

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON
LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN: REVISIÓN EXPLORATORIA

AUTORES:

FT. Ashely Carolina Lasso Palma

FT. Diana Milena Bustamante Martínez

FT. Mauricio José Muñoz Bolaños

ESPECIALIZACIÓN EN FISIOTERAPIA CARDIOPULMONAR
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
SANTIAGO DE CALI
2019

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON
LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN: REVISIÓN EXPLORATORIA

Trabajo de Investigación para optar al título de Especialista en Fisioterapia
Cardiopulmonar

AUTORES:

FT. Ashely Carolina Lasso Palma

FT. Diana Milena Bustamante Martínez

FT. Mauricio José Muñoz Bolaños

TUTORES:

Paola Andrea Chavarro Ortiz

FT. Esp. Fisioterapia Cardiopulmonar. Maestría en Educación. Maestría en
Nutrición y Actividad Física para la Promoción y Prevención de la Salud.

Angelly Bustamante

FT. Maestría en epidemiología.

ESPECIALIZACIÓN EN FISIOTERAPIA CARDIOPULMONAR
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
SANTIAGO DE CALI

2019

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS.....	13
4.1. GENERAL	13
4.2. ESPECÍFICOS	13
5. MARCO TEÓRICO	14
5.1. CAPACIDAD AERÓBICA	15
5.2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA.....	15
5.2.1. INDICACIONES.....	16
5.2.2. ERGÓMETRO	17
5.3. TEST SUBMÁXIMOS	17
5.3.1. PRUEBA DEL ESCALÓN (STEP TEST).....	18
5.3.2. PRUEBA DE ESCALÓN DEL FOREST SERVICE.....	19
5.3.3. PRUEBA EN BANCO DE ASTRAND	20
5.3.4. PRUEBA DE CAMINATA DE CARGA PROGRESIVA (SHUTTLE WALKING TEST)	21
5.3.5. TEST DE LA CAMINATA DE LOS 6 MINUTOS.....	23
5.3.6. TEST DE LOS 2 MINUTOS.....	27
5.4 TEST MÁXIMOS.....	28
5.4.1. PROTOCOLOS	33

5.4.2. PRUEBA DE ESFUERZO EN TAPIZ RODANTE (TREADMILL)	34
5.4.3 PRUEBA DE ESFUERZO EN CICLOERGÓMETRO	39
5.5 PRUEBAS DE ESFUERZO EN PERSONAS CON LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN.....	40
5.5.1 PRUEBA DE ESFUERZO DE BRAZOS:.....	41
5.5.2. PRUEBA EN ERGÓMETRO DE SILLA DE RUEDAS.....	41
5.5.3. PRUEBA DE CAMPO.....	42
5.6. FACTOR DE RIESGO CARDIOVASCULAR.....	42
5.6.1 FACTORES DE RIESGO NO MODIFICABLES	43
5.6.2 FACTORES DE RIESGO MODIFICABLES	44
5.6.3 FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR INDEPENDIENTES	46
6. METODOLOGÍA	47
6.1 TIPO DE ESTUDIO	47
6.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	47
6.3. CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD.....	48
6.4. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	48
6.5. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	48
6.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS:	49
6.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	49
7. RESULTADOS.....	50
7.1 SELECCIÓN DE FUENTES:.....	50
7.2. CALIDAD DE LOS ESTUDIOS	51
7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS	56

7.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS TEST PARA EVALUAR LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN	89
7.4.1 TEST MÁXIMOS.....	89
7.4.2. TEST SUBMÁXIMOS	93
8. DISCUSIÓN	97
8.1. FORTALEZAS	101
8.2. LIMITACIONES.....	102
8.3. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y DE SALUD PÚBLICA.....	102
9. CONCLUSIONES	104
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106

1. INTRODUCCIÓN

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), en el mundo hay más de mil millones de personas con alguna forma de discapacidad, de ellas casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento, lo cual se ve más reflejado en países en desarrollo en comparación a países desarrollados (1). Se estima que en los próximos años la discapacidad será un motivo de mayor preocupación y atención debido a que su prevalencia va en aumento, probablemente porque la población está envejeciendo y el riesgo de tener discapacidad es mayor, y en segunda medida hay un aumento de enfermedades crónicas no transmisibles que pueden desencadenar algún tipo de discapacidad (2).

En Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) en su Análisis de Situación de Salud (ASIS) en el año 2017, estableció según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) que Colombia no tiene una cifra exacta de las personas con discapacidad, no obstante el Censo del 2005 captó a 2.624.898 (6,3%) personas que refirieron tener alguna discapacidad (3,4). De estas el 50.05% presentan alteraciones del movimiento del cuerpo: manos, brazos y piernas (3), siendo la limitación para el movimiento y la deambulaci3n la que presenta mayor frecuencia (4).

Hasta Marzo de 2010 según el reporte del DANE en la ciudad de Cali 130.674 personas presentan discapacidad de origen multifactorial, de las cuales 24.346 presentan discapacidad en el movimiento del cuerpo: manos y pies, 25756 presentan dificultades importantes para caminar, correr y saltar (5).

Las personas con discapacidad o limitación para la deambulaci3n pueden presentar dificultad en la realizaci3n de actividades b3sicas cotidianas y de la vida diaria o actividades laborales y recreativas (6), llevando a un estilo de vida sedentario asociado a un bajo nivel de actividad f3sica generando una disminuci3n de la capacidad aer3bica, la cual se mide con el consumo de ox3geno que es la capacidad del sistema respiratorio y cardiovascular para extraer, transportar y utilizar la cantidad de ox3geno necesario para la realizaci3n de una actividad que abarca la acci3n de grandes grupos musculares durante un tiempo prolongado. (7,8).

Estudios han reportado, que niveles bajos de actividad f3sica y estilos de vida no saludables, aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular (9), por lo que es importante incrementar el nivel de actividad f3sica y subsecuentemente la capacidad aer3bica en este tipo de poblaci3n a trav3s de programas de promoci3n de la salud y prevenci3n de la enfermedad, o facilitar la asistencia de estas personas a un programa de rehabilitaci3n en donde se pueda monitorear y cuantificar los cambios en la capacidad aer3bica (8). Para que esto sea efectivo, es necesario realizar un test tanto al inicio como al final del programa que eval3en de manera objetiva la capacidad aer3bica del individuo y determinar inicialmente como debe ser la prescripci3n del ejercicio de acuerdo a la respuesta cardiovascular presentada en el test y posteriormente realizar una comparaci3n de las pruebas realizadas y establecer si la intervenci3n ha alcanzado el objetivo planteado o si es necesario realizar modificaciones.

Sin embargo los test m3ximos y subm3ximos que se utilizan con regularidad para medir la capacidad aer3bica requieren de manera rutinaria el uso de extremidades inferiores por lo cual en muchas ocasiones en las personas que tienen limitaci3n para la deambulaci3n se subestima su capacidad aer3bica o en ocasiones no se mide, poniendo a este grupo de personas en

desventaja con el resto de la población, y se realizan intervenciones cuyos resultados no se pueden monitorear y cuantificar.

Dando respuesta a la necesidad de ejecutar una evaluación objetiva de la capacidad aeróbica en este tipo de población, se llevó a cabo una revisión exploratoria, en donde se realizó una búsqueda y caracterización de la literatura científica publicada, se aplicaron criterios de evaluación de la calidad de los documentos encontrados y del grado de evidencia científica de cada uno, con el objetivo de identificar los test máximos y submáximos utilizados para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación en la deambulación

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procesos patológicos osteomusculares, neurodegenerativos o situaciones externas como accidentes de tránsito o de violencia, pueden llevar a las personas a presentar limitaciones en su deambulaci3n. Hasta marzo de 2010 seg3n el reporte del DANE en la ciudad de Cali, 130.674 personas presentan discapacidad de las cuales 16.732 ha sido por enfermedad general, 796 por enfermedad profesional, 5.450 han sido v3ctimas de accidentes de tr3nsito, 1.219 v3ctimas de violencia y 231 por conflicto armado (10). En Cali las personas que presentan discapacidad en el movimiento del cuerpo: manos y pies son 24.346 y las personas que presentan dificultades graves o importantes para caminar, correr y saltar son 25.756 (5)

De acuerdo con lo reportado en la literatura, las personas con alg3n tipo de limitaci3n para la deambulaci3n, presentan disminuci3n de la capacidad aer3bica asociado al sedentarismo, el cual es considerado como un factor de riesgo modificable para enfermedad cardiovascular (9). Es por ello, que se considera tan importante incluir este tipo de poblaci3n a un programa de Rehabilitaci3n que permita mejorar la capacidad aer3bica y de esta manera prevenir cualquier tipo de evento cardiovascular (11).

Las personas con limitaciones en la marcha generalmente tienen un bajo nivel de actividad f3sica presentando riesgo de desarrollar alg3n tipo de enfermedad cardiovascular (12). Por tal motivo es importante realizar actividades de promoci3n de salud y prevenci3n de la enfermedad, o facilitar la asistencia de estas personas a un programa de rehabilitaci3n que les permita mejorar los niveles de actividad f3sica y subsecuentemente su capacidad aer3bica.

Desafortunadamente las personas con dicha limitación se encuentran en desventaja con el resto de la población, puesto que la evaluación de su capacidad aeróbica no siempre es objetiva. Los test submáximos se han utilizado ampliamente en las poblaciones sin discapacidad para evaluar la capacidad aeróbica y la mayoría de ellos involucra actividades en las que se requiere el movimiento de extremidades inferiores.

En Colombia hasta el momento de elaboración de este trabajo, no se ha encontrado evidencia sobre la aplicación de un test para la evaluación de la capacidad aeróbica en las personas con limitación para la deambulación sin que se subestime rutinariamente el pico aeróbico. Para realizar una adecuada prescripción del ejercicio, en términos de intensidad y duración del entrenamiento, es necesario conocer las características propias del individuo, sus necesidades, capacidades, deficiencias y limitaciones, para que se ajuste a la capacidad de ejercicio individual ya determinada por el consumo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ máx}$) (13).

En este orden de ideas se hace necesario antes de iniciar cualquier programa de promoción o de rehabilitación una adecuada evaluación, que sea específica y permita determinar la capacidad aeróbica, para así posteriormente medir los cambios en dicha capacidad, teniendo en cuenta la condición particular en que se encuentran.

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta ¿cuáles son los test utilizados para la evaluación de la capacidad aeróbica reportados en la literatura aplicada en personas con limitación para deambular?

3. JUSTIFICACIÓN

La realización de un proyecto de investigación que indague acerca de los test disponibles para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitaciones para la deambulaci3n se justifica dada la importancia que, para los organismos nacionales, tiene el fen3meno de la discapacidad (14).

El ministerio de salud y protecci3n social (MSPS) en su An3lisis De Situaci3n De Salud (ASIS) Colombia, 2017, establece que seg3n cifras del DANE la prevalencia de discapacidad en Colombia es del 6,3%, de estas personas, el 50,05% presenta alteraciones del movimiento del cuerpo, manos, brazos, piernas (3), as3 mismo una de las limitaciones que se registr3 con mayor frecuencia independientemente del enfoque diferencial y origen de la discapacidad es la limitaci3n para el movimiento y la deambulaci3n (4).

Es as3, como el plan decenal de Salud P3blica, dentro de sus dimensiones transversales contempla la vulnerabilidad asociada a condiciones de discapacidad en Colombia y plantea un abordaje desde el 3mbito cultural “promoviendo la adopci3n de estilos de vida saludables y de medidas preventivas para reducir los factores de riesgo a lo largo de toda la vida”, hasta la formulaci3n de programas de prevenci3n y promoci3n de la salud, garantizando que las personas con discapacidad disfruten del derecho al m3s alto nivel de salud, sin discriminaci3n y respondiendo de manera individualizada a las necesidades de la persona (14).

Para responder a la necesidad de programas de promoci3n, prevenci3n y rehabilitaci3n encaminados a la disminuci3n o modificaci3n de factores de riesgo para des3rdenes cr3nicos sin discriminaci3n al momento de la atenci3n en salud, surge la necesidad de realizar una b3squeda para identificar tests ya aplicados al tipo de poblaci3n estudio, que permitan

evaluar la capacidad aeróbica de forma objetiva y así establecer parámetros de aplicabilidad en cada paciente, sin que se llegue a subestimar el resultado de la prueba por falencias en la elección del test o que más lamentable aún, que no se evalúe la respuesta al ejercicio en esta población que requiere con rapidez intervención rehabilitadora o de prevención de factores de riesgo para enfermedades crónicas que puedan disminuir su calidad y expectativa de vida.

En la literatura encontramos diversas pruebas para medir capacidad aeróbica en población con limitaciones para deambular, sin embargo, siguen siendo desconocidas por una parte de los profesionales de la salud, situación que cobra gran importancia y preocupación haciendo necesario brindar una herramienta de base para su conocimiento y aplicación. Es necesario identificar las pruebas más utilizadas actualmente para evaluación de la capacidad aeróbica en nuestra población de estudio con el propósito de generar evidencia y conocimiento en Fisioterapeutas que les permita plantear de forma objetiva su intervención y así replantear la forma en que se ha venido abordando la respuesta al ejercicio en personas con limitación para deambular.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- Describir la evidencia existente referente a las pruebas utilizadas para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación en la deambulaci3n.

4.2. ESPECÍFICOS

- Realizar una búsqueda de literatura científica referente a la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitaciones en la deambulaci3n.
- Describir la calidad metodol3gica de los estudios seleccionados para la revisi3n exploratoria
- Describir las características principales de los estudios seleccionados para la revisi3n exploratoria

5. MARCO TEÓRICO

La población con limitación para la deambulaci3n tiende a adoptar estilos de vida no saludables caracterizados principalmente por el sedentarismo el cual se asocia a una disminuci3n de la capacidad aer3bica, y que puede desencadenar diversos des3rdenes como sobrepeso, obesidad, enfermedades cr3nicas respiratorias, cardiovasculares y osteomusculares que llevan a una disminuci3n de la funcionalidad, autonom3a, participaci3n y calidad de vida.

La adopci3n de estilos de vida saludable que implique la realizaci3n de una pr3ctica habitual de ejercicio puede mitigar dicho impacto, los programas de promoci3n de la salud y prevenci3n de la enfermedad, as3 como los programas de rehabilitaci3n card3aca y pulmonar, permiten la modificaci3n de algunos de los factores de riesgos a los cuales este tipo de poblaci3n se encuentra m3s vulnerable, por lo cual se hace necesario realizar una evaluaci3n objetiva que permita identificar el estado real y las necesidades particulares de cada individuo, para realizar una adecuada intervenci3n y seguimiento.

Como se mencion3 anteriormente las personas con limitaci3n para la deambulaci3n est3n m3s propensas al sedentarismo y por ende a una disminuci3n de su capacidad aer3bica, por lo cual se hace necesario realizar una evaluaci3n de dicha capacidad, sin embargo las pruebas que se utilizan con regularidad en el medio est3n pensadas para la poblaci3n que no tiene deficiencias o limitaciones en sus miembros inferiores, por tal motivo se hace indispensable conocer las pruebas y protocolos que se han utilizado para evaluar la capacidad aer3bica en esta poblaci3n

5.1. CAPACIDAD AERÓBICA

La capacidad aeróbica también conocida como tolerancia cardiorrespiratoria, se ha definido como la capacidad del corazón, los vasos sanguíneos y los pulmones para trabajar de manera eficiente permitiendo la realización de actividades con poco esfuerzo, poca fatiga y una rápida recuperación (15), se ha considerado como una medida importante para conocer el rendimiento físico y la funcionalidad de distintos sistemas como cardiovascular, respiratorio, neuromuscular, endocrino, metabólico entre otros (16). La capacidad aeróbica está directamente relacionada con el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), variable que tiene que ver con la capacidad del sistema respiratorio y cardiovascular para extraer, transportar y utilizar la cantidad de oxígeno necesario durante la realización de una actividad que abarca la acción de grandes grupos musculares durante un tiempo prolongado que se traduce en esfuerzo físico (17).

La medición o evaluación de la capacidad aeróbica se realiza a través de diferentes pruebas o test que se clasifican como directas o máximas donde se calcula el consumo de oxígeno e indirectas o submáximas donde se estima dicho consumo de oxígeno

5.2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA

El VO_{2max} es el parámetro de evaluación más utilizado, pues provee una determinación objetiva de la capacidad funcional y la aptitud física, Para estimar el consumo de oxígeno se han utilizado diversas pruebas de esfuerzo que fundamentalmente tienen dos objetivos, evaluación funcional y control del estado de salud, estos test de ejercicio establecen protocolos

que se pueden clasificar de forma general en máximos y submáximos según la intensidad y la carga, ya sea de tipo incremental o constante según la carga de trabajo impuesta (18, 19).

Para realizar un test de tipo máximo, es necesario disponer de personal calificado y entrenado en el protocolo elegido en la prueba, un lugar ideal para la realización de la misma, ergómetros específicos, monitorización de signos vitales y parámetros cardiovasculares que se modifican con el esfuerzo y espirómetro o analizador de gases espirados si se requiere (18).

5.2.1. INDICACIONES

Como se mencionó anteriormente, para evaluar la capacidad aeróbica se utilizan pruebas máximas y submáximas, las cuales se han indicado en circunstancias específicas como (20):

- Evaluación de factores limitantes de la tolerancia del ejercicio
- Evaluación de la disfunción en enfermedades pulmonares crónicas: fibrosis quística, fibrosis intersticial idiopática, EPOC, entre otras.
- Evaluación preoperatoria del riesgo quirúrgico
- Diagnóstico del broncoespasmo inducido por ejercicio
- Ingreso a un programa de rehabilitación
- Evaluación de disfunción-incapacidad
- Trasplante pulmonar y cardiopulmonar

Es importante tener en cuenta que para la realización del ejercicio cardiopulmonar, se debe disponer de datos como (20):

- Historia clínica
- Exploración física
- Radiografía de tórax

- Pruebas de función pulmonar (mínimo espirometría forzada)
- Electrocardiograma ECG

5.2.2. ERGÓMETRO

El Ergómetro es un instrumento que permite controlar, estandarizar, cuantificar y dosificar las cargas aplicadas durante la prueba de esfuerzo según el mecanismo del que disponga cada ergómetro, el paciente realiza un movimiento determinado de acuerdo a la velocidad, inclinación o ritmo que se haya impuesto en el sistema (21).

Los ergómetros más utilizados son:

- Tapiz rodante (caminadora)
- Cicloergómetro (bicicleta)
- Ergómetro de manivela
- Escalón (step)

También se emplean otros ergómetros para la realización de la prueba, sin embargo no son de uso común:

- Piscina
 - Pista atlética
 - Remoergómetro
- Ergómetros de esquí

5.3. TEST SUBMÁXIMOS

Los test indirectos o submáximos evalúan la capacidad del sistema cardiorrespiratorio cuando se somete a esfuerzos inferiores donde la

frecuencia cardiaca máxima o predicha llega por debajo al 85%, y la persona puede llegar o no al agotamiento (21).

Durante el ejercicio submáximo, los componentes del transporte de oxígeno responden adecuadamente a los requerimientos del metabolismo celular y a las necesidades de intercambio gaseoso; además no se alcanza la capacidad oxidativa de la mitocondria y los síntomas de disnea y fatiga muscular son tolerables (20).

En los test submáximos no se cuenta con analizador de gases, es decir que el consumo de oxígeno se estima a través de fórmulas. Se caracterizan porque son de fácil ejecución, bajo costo, mínima implementación y con un alto índice de validez (21).

5.3.1. PRUEBA DEL ESCALÓN (STEP TEST)

Prueba de gran utilidad cuando no es factible el acceso a laboratorios de mayor tecnología. La prueba utiliza uno o más escalones que el paciente debe subir a una velocidad determinada y de diversas formas según la prueba empleada. La potencia se calcula mediante ecuaciones partiendo de unas condiciones estándar en cuanto a la altura del banco y las frecuencias de subida (19).

Se debe explicar al paciente que debe realizar el ciclo de subida del escalón, es decir, que la pierna izquierda sube, la pierna derecha sube, la pierna izquierda baja, la pierna derecha baja. Hacer énfasis que todo el pie debe apoyar el escalón, es decir que el talón no puede quedar por fuera de él. Antes de iniciar el test se debe indicar al paciente que la prueba durará un minuto, y posteriormente se tomarán los datos correspondientes.

Para estimar el VO_2 máx se realiza la fórmula:

- $VO_2(mL/Kg/mLO_2) = W \text{ Horizontal} + W \text{ vertical}$
- $W \text{ horizontal} = 0.35 \times \text{Número de veces que sube el escalón en un minuto.}$
- $W \text{ vertical} = \text{altura del escalón} \times \text{como hace el examen el paciente}$
 - Como hace el examen el paciente, depende de cuando el evaluador cuenta el esfuerzo realizado por el paciente:
 - 2,4 = subiendo o bajando el escalón
 - 1,8 = solo subiendo
 - 0,6 = solo bajando

5.3.2. PRUEBA DE ESCALÓN DEL FOREST SERVICE

La capacidad aeróbica se pronostica teniendo como referencia el sexo, intensidad del esfuerzo, frecuencia cardiaca, peso y la edad (22).

- Equipo necesario: Cronómetro
- Banco
 - Hombres: usar un banco de 38 cm de altura
 - Mujeres: usar un banco de 33 cm de altura
- Procedimiento: El paciente debe situarse frente al escalón, a la orden del evaluador, el paciente debe ascender y descender el escalón de forma alternante durante 5 minutos, manteniendo una postura correcta y cumpliendo la siguiente premisa:
 1. Subir la pierna derecha
 2. Subir pierna izquierda
 3. Bajar la pierna derecha
 4. Bajar la pierna izquierda

5. Posición inicial

Al final de los 5 minutos se debe tomar signos vitales inmediatamente y posteriormente 5 minutos después cuando el paciente nuevamente se encuentra en reposo.

5.3.3. PRUEBA EN BANCO DE ASTRAND

Este test tiene como ventajas el bajo costo y la posibilidad de aplicación a grandes grupos de población.

Se utiliza un banco de 40 cm para hombres de más de 1,50 m de estatura y de 33 cm para mujeres y hombres de menos de 1,50 m, el individuo debe subir y bajar en el banco a una cadencia de 22,5 subidas por minuto. Se debe realizar medida de la FC al finalizar la prueba y se debe realizar la medida del VO₂ máx a través del nomograma de Astrand-Ryhming (23).

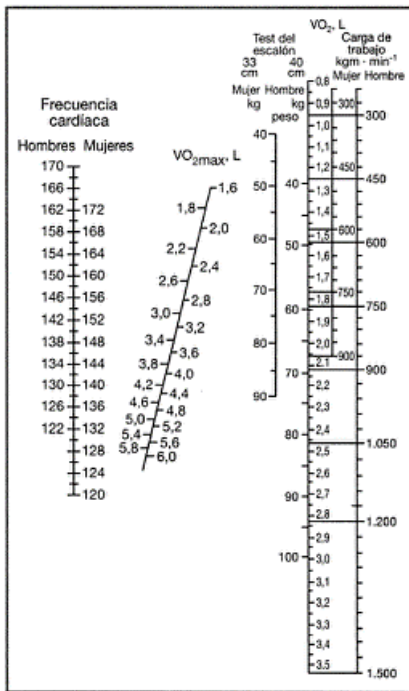


Fig. 1. Normograma de Astrand-Ryhming.

Tomado de: José L, Almudena F. Fisiología del ejercicio. Vol. 1. 3th ed.; fig. 26.30, pág. 464. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008

5.3.4. PRUEBA DE CAMINATA DE CARGA PROGRESIVA (SHUTTLE WALKING TEST)

Es una prueba incremental submáxima que se caracteriza por ser económica, sencilla y reproducible. Este test consta de 12 niveles, cada nivel dura un minuto. Al iniciar la caminata la velocidad es de 0.5 m/s y cada nivel se incrementa 0.17 m/s, hasta alcanzar el 12 nivel en donde la velocidad será de 2.37 m/s (24).

Para su ejecución es necesario un corredor de 10 metros y 2 conos para señalar cada extremo del corredor. La prueba es dirigida a través de estímulos auditivos, cuando hay una señal sonora quiere decir que el paciente se debe encontrar en un extremo del corredor y si el sonido es triple el paciente deberá incrementar la velocidad (24,18).

La prueba finaliza cuando se alcancen los 12 niveles, cuando el paciente manifieste que no es capaz de continuar o si es incapaz de mantener la velocidad para alcanzar a llegar al cono correspondiente (18).

- Contraindicaciones:

- Absolutas:

- Angina inestable
- Infarto de miocardio durante el mes anterior.

- Relativas:

- Ritmo cardíaco en reposo de más de 120.
- Una presión arterial sistólica de más de 180 mm Hg.
- Presión arterial diastólica de más de 100 mm Hg.

- Preparación del paciente:

Es necesario Revisar historia clínica del paciente y establecer contraindicaciones y precauciones al test, debe asistir con ropa y zapatos adecuados, no debe ingerir alimentos al menos dos horas antes del test, si requiere uso de inhaladores los pacientes deben continuar su tratamiento farmacológico habitual, Reposo por al menos 10 minutos antes del test, Registro de signos vitales en posición sedente (25).

- Procedimiento:

Durante la explicación de la prueba al paciente se deben brindar instrucciones estandarizadas: “camine a un ritmo adecuado, tratando de volver en la dirección contraria cuando oiga la señal. Debe continuar caminando hasta que no pueda continuar por asfixia o ahogo o se sienta incapaz de mantener el ritmo establecido” (25).

A diferencia del test de caminata de 6 minutos, no se brindarán comandos verbales, sólo en el cambio de nivel se recordará que debe aumentar ligeramente la velocidad de marcha. La prueba se finaliza por la manifestación de síntomas en el paciente o si refiere que no es capaz de alcanzar el extremo del corredor. Se contabiliza el número total de metros recorridos y se registrará el último nivel completado y al finalizar se controla la tensión arterial, frecuencia cardíaca, saturación y disnea mediante escala de Borg (25)

5.3.5. TEST DE LA CAMINATA DE LOS 6 MINUTOS

El test de caminata de los 6 minutos, consiste en medir la distancia máxima que una persona puede recorrer durante un periodo de 6 minutos, caminando lo más rápido posible. (26) Es una prueba simple, rápida, reproducible, de bajo costo, y muy utilizada para evaluar la capacidad aeróbica del paciente en diferentes contextos. (27)

El ministerio de salud en Colombia, basados en las recomendaciones de la American Thoracic Society (ATS), ha determinado un protocolo para la realización de dicha prueba (28):

- Contraindicaciones: Infarto agudo de miocardio o angina de pecho inestables en el mes anterior de la prueba, frecuencia cardíaca en reposo superior a 120 pulsaciones por minuto, presión arterial en reposo superior a 180 mmHg (sistólica) y/o 100 mmHg (diastólica), arritmia cardíaca no controlada, falta de colaboración, contraindicaciones relativas: dificultad de comprensión de la prueba, trastornos músculo esqueléticos y dificultad en la marcha.
- Causas de suspensión de la prueba: dolor precordial, disnea intolerable, caída de saturación por debajo de 86%, calambres musculares, marcha tambaleante. mareos o vértigo y palidez o diaforesis súbita.
- Preparación del paciente: ropa comfortable para la realización de la prueba, calzado apropiados para caminar, si el paciente utiliza ayudas ortopédicas para caminar las debe utilizar durante la prueba, los pacientes deben continuar su tratamiento farmacológico habitual, no se debe realizar ejercicio vigoroso 2 horas antes de la prueba, se debe leer, explicar y hacer firmar el consentimiento informado el cual debe ser específico para la prueba de caminata de los 6 minutos.
- Condiciones de seguridad para la realización de la prueba: se debe realizar un electrocardiograma en reposo en los 6 meses previos, la prueba debe ser realizada en un lugar donde exista la posibilidad de brindar una rápida respuesta ante una situación de emergencia y que haya facilidad para el traslado del paciente, debe existir en el lugar, al menos provisión de oxígeno, vasodilatador coronario sublingual, aspirina y salbutamol, contar con un carro de emergencia completo, la persona que realice la prueba debe tener conocimientos y estar certificado en reanimación cardiopulmonar (RCP), si el paciente se

encuentra bajo tratamiento con oxígeno de forma crónica, deberá proveerse durante la marcha en las mismas condiciones en que lo recibe en su domicilio y si es necesario realizar aumento del flujo de oxígeno por encima del recomendado en reposo durante la prueba.

- Características del lugar: se debe realizar la prueba en un corredor con una superficie dura, que sea plano y recto, preferiblemente techado y que haya poco flujo de personas. El corredor debe medir 30 metros y debe estar marcado cada 3 metros al igual que la línea de partida y de llegada.
- Insumos necesarios: conos de tránsito para demarcar los sitios de partida y retorno, oxímetro de pulso, escala de Borg (modificada), fuente de oxígeno, tensiómetro, silla para reposos pre y pos prueba, desfibrilador, teléfono, equipo de primeros auxilios con nitrato y aspirina.
- Procedimiento: se debe explicar al paciente antes de llegar a la prueba sobre la preparación que debe tener para realizar el test, el paciente debe descansar mínimo 15 minutos antes de realizar el test. Se debe explicar de manera clara y sencilla la escala de Borg y en qué consiste la prueba, se recomienda utilizar los siguientes comandos verbales: “el objetivo de la marcha de seis minutos es caminar lo más rápido posible por 6 minutos sin correr, la distancia que usted va a recorrer va a ser desde esta línea de partida hasta el cono ubicado a 30 metros, dando la vuelta por detrás de este, en ningún momento usted debe correr; durante toda la prueba yo estaré acompañándolo; en caso de sentirse exhausto usted podrá parar o disminuir el ritmo durante el tiempo que considere necesario”(27).

Durante toda la prueba el examinador debe estar cerca del paciente para acompañarlo, pero sin dar la pauta para la marcha, cada minuto se debe orientar al paciente cuánto tiempo lleva y cuánto le falta. La ATS recomienda utilizar los siguientes comandos verbales:

- Primer minuto: “lo está haciendo bien, tiene 5 minutos más”.
- Segundo minuto: “está haciendo un muy buen trabajo, tiene 4 minutos más”.
- Tercer minuto: “lo está haciendo bien, usted ha hecho la mitad de la prueba”.
- Cuarto minuto: “mantenga el trabajo que está haciendo, solo le faltan 2 minutos”.
- Quinto minuto: “está haciendo un muy buen trabajo, solo le queda un minuto”.

Si durante la prueba el paciente se detiene, puede descansar y cuando se sienta preparado continuar con la prueba, pero no se debe detener el tiempo.

En el momento en que se termine la prueba, se debe evaluar al paciente en el punto de finalización y de forma inmediata, la disnea y la fatiga con la escala de Borg, la saturación de oxígeno y la frecuencia cardiaca; posteriormente se debe iniciar la recolección de datos y registrarlos en la historia clínica del paciente.

Es importante tener en cuenta los valores de referencia de la distancia recorrida en la caminata de los 6 minutos para cada paciente, lo cual se puede realizar a través de la fórmula de Troosters, Eneight o Gibbons (29):

Autor/año publicacion	Ecuaciones
Enright P, Sherrill D (Am J Respir Crit Care Med 1998)	Hombres: $6MWT = (7,57 \times altura_{cm}) - (5,02 \times edad_{años}) - (1,76 \times peso_{kg}) - 309 \text{ m}$ Mujeres: $6MWT = (2,11 \times altura_{cm}) - (5,78 \times edad_{años}) - (2,29 \times peso_{kg}) + 667 \text{ m}$
Troosters T, Gosselink R, et al. (Eur Respir J 1999)	$6MWT = 218 + (5,14 \times altura_{cm} - 532 \times edad_{años}) - (1,80 \times peso_{kg} + (51,31 \times sexo))$ (hombres 1, mujeres 0)
Gibbons W, Frutcher N, et al. (J Cardiopulmo Rehab 2001)	$6MWT = 686,8 - (2,99 \times edad_{años}) - (74,7 \times sexo)$ (hombres 0, mujeres 1)

Fig.2. Grupo SEPAR. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar
II. Módulo 4. Barcelona: Publicaciones Permanyer: 2004

Para determinar el VO₂ máx se realiza a través de la fórmula del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), la cual es utilizada en pacientes que caminan con una intensidad de 50 a 100 metros por minuto, o a través de la fórmula de ACSM modificada la cual es utilizada en pacientes que caminan con una intensidad entre 100 y 130 metros por minuto:

- Fórmula de ACSM:

$$VO_2 \text{ máx: } 0,1 \text{ ml/Kg/min (distancia / tiempo) + } 3,5 \text{ ml/Kg/min}$$

- Fórmula de ACSM modificada:

$$VO_2 \text{ máx: } 0,15 \text{ ml/Kg/min (distancia / tiempo) + } 3,5 \text{ ml/Kg/min}$$

5.3.6. TEST DE LOS 2 MINUTOS

Es un test submáximo también conocido como prueba de pasos de 2 minutos, cuyo objetivo es determinar el número de pasos realizados en un mismo lugar en dos minutos (30).

La prueba inicia y finaliza con una señal verbal y la persona debe marchar en el mismo lugar, levantando las rodillas entre la rótula y la cresta iliaca lo más rápido posible durante 2 minutos, si el participante presenta dificultad para realizar la prueba por alteración en el equilibrio, este puede prenderse de una silla o mesa para mejorar la estabilidad (31). Es importante enfatizar que se debe realizar la marcha lo más rápido posible, pero si es necesario se puede disminuir la velocidad o para la marcha pero el tiempo debe seguir corriendo hasta llegar a los 2 minutos (30).

El rendimiento de la prueba se expresa como el número de pasos realizados durante los cuales se cuentan cuando la rodilla derecha alcanzó la altura sugerida. Al iniciar y al finalizar la prueba se debe registrar los datos de presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardíaca, niveles de fatiga y disnea con la escala de Borg de 10 puntos modificada (30).

La pruebas se debe suspender si la persona presenta síntomas como dolor en el pecho que persista a pesar de estar en reposo, disnea que impida la continuación de la prueba, contractura muscular en miembros inferiores, sudoración severa, palidez o cianosis (30).

Se ha demostrado que es una prueba con buena confiabilidad y validez (31).

5.4 TEST MÁXIMOS

Los test directos o máximos evalúan la capacidad del sistema cardiorrespiratorio y requiere que el paciente realice un esfuerzo máximo, progresivo, generalmente en bicicleta o banda sin fin, hasta llegar a la fatiga, agotamiento o presentar síntomas que ya no son tolerables.

Para una adecuada compresión del test es necesario tener en cuenta (20):

- La capacidad de incremento del transporte de oxígeno es alcanzada, y por lo tanto, el consumo máximo de oxígeno. Un aumento adicional del transporte de oxígeno podría incrementar el VO_2 máx.
- La capacidad oxidativa mitocondrial es alcanzada, por lo tanto, el VO_2 máx. Un aumento adicional del transporte de oxígeno no incrementará el VO_2 máx.
- En las situaciones anteriores, al generar incrementos adicionales de cargas (vatios W) a ejercicio máximo, el VO_2 máx no aumenta. Por lo tanto, en el VO_2 máx, la relación VO_2 máx - W, delimitará una meseta.
- El nivel máximo de ejercicio alcanzado no requiere un agotamiento de la capacidad de transporte de oxígeno ni del potencial oxidativo de la mitocondria.

Durante el ejercicio el paciente puede presentar o manifestar síntomas intolerables por lo cual se debe suspender la prueba, llevando a que no se delimite la forma de meseta en relación VO_2 -W, por lo tanto se habla de VO_2 pico en lugar del VO_2 máx.

Además el test máximo se caracteriza porque el paciente alcanza o sobrepasa el 85% de la frecuencia cardiaca máxima teórica, como se mencionó con anterioridad se observa una meseta en el comportamiento lineal del VO_2 a pesar del aumento de trabajo; se presenta concentraciones de lactato igual o mayor a 8 mol/L en sangre. Otro Indicador de esfuerzo máximo se obtiene por el cociente respiratorio ($\text{CR} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$), el cual en

condiciones de reposo es igual a 0,8; pero durante la prueba máxima debe alcanzar valores entre 1,10 y 1,15 (21).

Durante la realización de la prueba, las variables que se obtiene son (20):

- Trabajo mecánico:
 - Intensidad de trabajo (W): Indica la cantidad de trabajo por unidad de tiempo

- Intercambio de gases:
 - Consumo de oxígeno (VO_2): Es la diferencia de flujo de O_2 entre el gas inspirado y espirado, expresado en l/min.
 - Producción de CO_2 (VCO_2): En ausencia de dióxido de carbono inspirado, es el flujo del dióxido de carbono exhalado desde el organismo a la atmósfera.
 - Cociente de intercambio respiratorio (RER): Es la relación entre la producción de CO_2 y el consumo de O_2 tisular y refleja el tipo de sustrato metabólico.
 - Umbral láctico (LT): se define como el consumo de oxígeno durante el ejercicio en que se genera un incremento sostenido de los niveles sanguíneos de ácido láctico.

- Ventilación:
 - Ventilación minuto: Es el volumen de gas espirado o inspirado durante un minuto.
 - Volumen corriente: Es el volumen de gas espirado o inspirado en cada ciclo respiratorio.
 - Frecuencia respiratoria: Número de ciclos respiratorios por minuto.

- Reserva ventilatoria: Diferencia entre la ventilación máxima teórica y la ventilación minuto medida en ejercicio pico. Representa el potencial de incremento adicional que tiene la ventilación durante el ejercicio máximo o pico.
- Gases respiratorios:
 - PaO₂: presión arterial de oxígeno
 - PaCO₂: presión arterial de dióxido de carbono
 - Diferencia alveolo-arterial de oxígeno: Es un indicador global de la capacidad de pulmón como intercambiador de gases.
 - Espacio muerto del volumen corriente: Es un índice de la eficiencia de los pulmones como intercambiador de CO₂.
 - Saturación de oxígeno
- Cardiovascular:
 - Frecuencia cardíaca: Número de latidos cardíacos por minuto.
 - Reserva cardíaca: Relación entre la diferencia de la frecuencia cardíaca teórica más alta medida a ejercicio máximo y el pico de frecuencia cardíaca máxima, medida en relación con la frecuencia cardíaca teórica durante el ejercicio máximo, expresada en porcentaje.
 - Pulso de oxígeno: Corresponde al consumo de O₂ por ciclo cardíaco.
 - Electrocardiograma
 - Presión arterial sistémica
- Equilibrio ácido-base:

- pH arterial: es la inversa del logaritmo decimal de la concentración de hidrogeniones en sangre arterial; éste indica el equilibrio ácido-base global.
 - Base exceso (BE): Indica la contribución del componente metabólico en el equilibrio ácido-base de la sangre; se calcula mediante la ecuación Henderson-Hasselbach, su cálculo se ve influenciado por la concentración de hemoglobina y la saturación de oxihemoglobina. La información proporcionada por esta variable es similar a la que se obtienen estimando el Bicarbonato [CO₃H⁻] estándar
- Síntomas:
 - Disnea
 - Dolor de piernas
 - Dolor de pecho
 - Fatiga

La prueba de ejercicio cardiopulmonar se realiza a través del tapiz rodante y el cicloergómetro, los cuales son los ergómetros que normalmente se emplean para la realización del test (20).

El tapiz rodante o caminadora proporciona incrementos progresivos de carga, mediante la combinación de aumento de velocidad y del incremento en el grado de inclinación. El VO₂ pico obtenido en el tapiz rodante es entre 5% y 10% más alto que el obtenido con el cicloergómetro. Sin embargo es difícil controlar la intensidad del trabajo realizado de una forma exacta, al igual que se dificulta establecer la relación entre la velocidad y el grado de inclinación de la banda con el coste metabólico del ejercicio, porque hay variabilidad en factores como el peso corporal, la destreza al caminar sobre

la banda, el ritmo del paso y la utilización del pasamanos del tapiz rodante (20).

Por otro lado, el cicloergómetro es más económico, requiere menos espacio, permite cuantificar de forma adecuada la intensidad del ejercicio, y por lo tanto analizar la relación entre el VO₂ y la carga de trabajo. Sin embargo una desventaja del cicloergómetro es la imposibilidad real de desarrollar ejercicio a carga cero o muy baja, debido a la resistencia interna del aparato (20).

5.4.1. PROTOCOLOS

El objetivo de las pruebas de ejercicio cardiopulmonar es provocar un incremento de los requerimientos energéticos mediante una carga de trabajo controlada para evaluar la reserva funcional de los órganos y sistemas involucrados en la respuesta al ejercicio (20)

Existen diferentes protocolos para realizar una prueba ergométrica y determinar el consumo de oxígeno, en los cuales se propone determinar una carga inicial la cual se va incrementando y se mantiene por un tiempo establecido, hasta que la persona no se sienta capaz de continuar con el ejercicio (26).

Es importante tener presente que la escogencia del protocolo teniendo en cuenta las características físicas del paciente y el objetivo de la evaluación. ´

5.4.1.1 PROTOCOLOS INCREMENTALES

La prueba de ejercicio de tipo incremental se caracteriza por tener un amplio espectro de intensidades de ejercicio durante un período de tiempo, hasta llegar al límite de la tolerancia determinado por los síntomas del paciente. Esta prueba se caracteriza por distintas fases (20):

- Fase de reposo previo al ejercicio (aproximadamente 3 minutos)
- Ejercicio sin carga (aproximadamente 3 minutos)
- Incrementos progresivos de carga hasta el límite de tolerancia (aproximadamente 10 minutos; con un incremento de 10 a 20 W/min)
- Fase de recuperación (mínimo 2 minutos, mantener el ejercicio sin carga)

5.4.1.2 PROTOCOLOS A CARGA CONSTANTE

Cuando una persona realiza ejercicio a una carga constante de intensidad moderada, inferior al umbral láctico, puede alcanzar un VO₂ estable y se puede prolongar la duración del ejercicio. Sin embargo si se utiliza una carga constante con una intensidad elevada, superior al umbral láctico, la respuesta temporal de la mayoría de variables pueden presentar una pendiente positiva y no alcanzar un estado estacionario (20).

Este protocolo se utiliza con el objetivo de evaluar si la persona es capaz de sostener un determinado nivel de ejercicio durante un periodo prolongado de tiempo, igualmente puede ser útil para la evaluación de las necesidades de oxigenoterapia durante el ejercicio simulando los valores de VO₂ que puedan requerirse durante actividades diarias (20).

5.4.2. PRUEBA DE ESFUERZO EN TAPIZ RODANTE (TREADMILL)

Consiste en una cinta sin fin movida por un motor eléctrico y sobre la que el paciente debe caminar o correr a distintas velocidades y pendientes, según el protocolo utilizado (19).

En esta prueba, al escoger como ergómetro el tapiz rodante; existen diversos protocolos cuya elección dependerá del paciente que se va a someter a la prueba

5.4.2.1 PROTOCOLO BRUCE

Es un protocolo incremental escalonado y continuo, se realizan mediciones en reposo durante 2-3 minutos, se da inicio al protocolo incrementando la velocidad y la pendiente cada 3 minutos (23).

Estadios (3 minutos)	MET	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
BRUCE			
1	4,6	2,7	10
2	7	4	12
3	10,2	5,4	14
4	12,1	6,7	16
5	14,9	8	18
6	17	8,8	20

5.4.2.2. PROTOCOLO BRUCE MODIFICADO

Es un protocolo incremental en este caso continuo con incrementos de la carga de trabajo menos intensos que el protocolo Bruce, por lo que está indicado para personas de menor capacidad funcional (23).

Estadios (3 minutos)	MET	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
BRUCE MODIFICADO			
1	2,3	2,7	0
2	3,5	2,7	5
3	4,6	2,7	10
4	7,0	4	12
5	10,2	5,5	14
6	12,1	6,8	16
7	14,9	8,0	18

5.4.2.3. PROTOCOLO BALKE

En este protocolo a diferencia del protocolo Bruce y Bruce modificado, utiliza una velocidad constante de 4,8 Km/h y realiza un incremento de la inclinación de 2,5% cada 2 minutos, utilizado en personas con baja capacidad funcional (23).

Estadios (2 minutos)	MET	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
BALKE			
1	3,6	4,8	2,5
2	4,5	4,8	5,0
3	5,0	4,8	7,5
4	5,5	4,8	10,0
6	5,9	4,8	12,2
7	6,5	4,8	15,0
8	6,9	4,8	17,5
9	7	4,8	20,0

5.4.2.4. PROTOCOLO NAUGHTON

Es un protocolo incremental, escalonado, continuo, se mantiene una velocidad fija de 3,2 Km/h con incrementos del 3,5% de inclinación cada 2 minutos, este protocolo fue diseñado para personas con riesgo coronario alto y baja capacidad funcional (23).

Estadios (2 minutos)	MET	Velocidad (km/h)	Pendiente (%)
NAUGHTON			

1	1,8	3,2	0
2	3,5	3,2	3,5
3	4,5	3,2	7,0
4	5,4	3,2	10,5
5	6,4	3,2	14,0
6	7,4	3,2	17,5
7	8,3	4,8	12,5
8	9,5	4,8	15,0
9	10,5	4,8	17,5

5.4.2.5. PROTOCOLO HARBOR

Protocolo de velocidad constante e incremental, en el que posterior a una fase de calentamiento de 3 minutos, sin inclinación y a una velocidad de 1,2-7,2 Km/h dependiendo del nivel de condición física de la persona, se realiza un incremento en inclinación constante de 1,2 o 3% cada minuto hasta alcanzar la tolerancia máxima o finalizando aproximadamente después de 10 minutos de iniciar el incremento en velocidad y el grado de inclinación (32).

5.4.2.6. PROTOCOLO ELLESTAD

Protocolo incremental, en el que se realiza un aumento progresivo de la velocidad durante 7 periodos, cada uno de 2-3 minutos de duración a una velocidad progresiva desde 2,7-12,8 Km/h, el grado de inclinación durante los 4 primeros periodos es de 10%, con un solo aumento del 5%, para continuar con los cuatro últimos a 15% de inclinación (33).

ESTADIO	TIEMPO MIN	VELOCIDAD Km/h	PENDIENTE %
1	3	2,7	10
2	2	4,8	10
3	2	6,4	10
4	3	8	10
5	2	9,6	15
6	2	11,2	15
7	2	12,8	15

5.4.3 PRUEBA DE ESFUERZO EN CICLOERGÓMETRO

Los incrementos de carga propuestos en la prueba realizada sobre bicicleta son de 10 a 30 watt (1 watt = 6 kgm/min), con duración del mantenimiento de la carga de trabajo durante 30 segundos a 1 minuto considerando la condición física de la persona (23).

5.4.3.1 PROTOCOLO DE ASTRAND

Protocolo incremental, escalonado y continuo. Para hombres se instaura inicialmente con 100w de carga y para mujeres 50w, se mantienen cadencias fijas de 50 rpm durante 2 minutos siguiendo con incrementos de carga de 50w para hombres y 25w para mujeres (33), se establece como objetivo obtener valores de FC entre 125 y 170 lpm, medida durante el quinto y sexto minuto de trabajo. El promedio de las dos frecuencias cardiacas se utiliza para estimar el VO₂max a partir del nomograma de Astrand-Ryhming (34).

5.4.3.2 PROTOCOLO DE McARDLE

Protocolo incremental escalonado y continuo, se instaura una carga inicial de 150w y una cadencia de pedaleo de 60 rpm durante 2 minutos, siguiendo con incrementos de carga de 30w cada 2 minutos hasta el agotamiento de la persona (22).

5.5 PRUEBAS DE ESFUERZO EN PERSONAS CON LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN

Las indicaciones para realizar un test máximo en personas con limitación para la deambulaci3n siguen los mismos lineamientos que en la poblaci3n sin discapacidad. Se realizan tanto test m3ximos como subm3ximos utilizando erg3metros que se adapten a las necesidades particulares de la persona; el m3s utilizado es el erg3metro de manivela de brazo (19).

5.5.1 PRUEBA DE ESFUERZO DE BRAZOS:

Es un test máximo que debe cumplir con los mismos criterios de un test máximo para personas sin discapacidad. Esta prueba implica sobre todo actividad del cuerpo superior. Se realiza con un ergómetro de brazo el cual puede estar frenado mecánica o eléctricamente y debe estar correctamente calibrado teniendo en cuenta la recomendación del fabricante (20).

Los protocolos en este test pueden ser continuos, incrementales o discontinuos; de manera general se han propuesto incrementos de 10-25 W en intervalos de 2 minutos (20).

Las principales limitaciones de este test son (20):

- El Vo₂ máx para el ejercicio de brazo es generalmente cerca del 70% del ejercicio en piernas
- El patrón de respuesta puede no identificar siempre el sistema responsable de la limitación del ejercicio al no usarse grandes grupos musculares
- Hay poca estandarización en seleccionar protocolos de trabajo y las ecuaciones de referencia

5.5.2. PRUEBA EN ERGÓMETRO DE SILLA DE RUEDAS

Es un test máximo que debe cumplir con los criterios de una prueba máxima en personas sin limitaciones para la deambulaci3n. La persona puede hacer el test en su propia silla de ruedas y se realiza en un tapiz rodante

que haya sido previamente adaptado, se utilizan protocolos en rampa o escalonados con incrementos variables de la carga (19).

5.5.3. PRUEBA DE CAMPO

Las pruebas de campo son utilizadas principalmente para evaluar la capacidad aeróbica en deportistas que tiene discapacidad para la deambulación.

Una prueba de campo es el test de la silla de ruedas de los 12 minutos, la cual se realiza en una cancha cuya superficie sea dura y no resbaladiza. Se debe delimitar un rectángulo de 25 x 15 metros con conos en cada extremo y cada 2 metros de sus respectivos vértices, formando un rectángulo con un perímetro de 75.32 m con marcas en el piso cada metro (36)

La persona debe ir lo más rápido posible en su silla de ruedas, la prueba inicia y finaliza con una señal audible y cada minuto se debe informar cuánto tiempo lleva y cuánto tiempo falta para finalizar el test. El VO₂max alcanzado se calcula a partir de la ecuación propuesta por Franklin et al. $VO_{2max} (ml / kg / min) = distancia (millas) - 0.37 / 0,0337$ (36).

5.6. FACTOR DE RIESGO CARDIOVASCULAR

La enfermedad cardiovascular es un grupo heterogéneo de enfermedades que afectan el corazón y al sistema circulatorio, suelen ser eventos agudos que se caracterizan por obstrucción impidiendo que el flujo sanguíneo llegue con normalidad al corazón y cerebro (37).

Según la organización mundial de la salud (OMS), la enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte en todo el mundo, causando 17 millones de muertes al año. La enfermedad cardiovascular es responsable de 32 millones de eventos coronarios y accidentes cerebro vasculares, los cuales pueden ser prevenibles si se actúa sobre los factores de riesgo comportamentales como el sedentarismo, consumo del tabaco y alcohol, obesidad, entre otros. (38).

El factor de riesgo cardiovascular es entendido como una característica biológica, un hábito o estilo de vida que incrementa la probabilidad de presentar un evento o enfermedad cardiovascular (39). Los factores de riesgo pueden ser clasificados en modificables, no modificables e independientes.

5.6.1 FACTORES DE RIESGO NO MODIFICABLES

Los factores de riesgo no modificables como su nombre lo indica, son aquellos que no se pueden cambiar y aumentan la probabilidad de desarrollar enfermedad cardiovascular. Entre los factores de riesgo no modificables se encuentra (40):

- **Edad:** La probabilidad de desarrollar una enfermedad o evento cardiovascular aumenta con la edad, presentándose con mayor proporción en personas mayores de 55 años.
- **Sexo:** Los hombres presentan una mayor probabilidad de desarrollar enfermedad cardiovascular, sin embargo las mujeres presentan el mismo riesgo que los hombres cuando llegan a la menopausia.

- **Raza:** las personas de raza negra tienen mayor predisposición a padecer enfermedades cardiovasculares,
- **Antecedentes familiares:** Tener un familiar cercano con historia de enfermedad cardiovascular, incrementa la probabilidad de padecer dicha enfermedad.
- **Antecedente personal:** Presentar una enfermedad cardiovascular con anterioridad puede llevar a presentar otra enfermedad igual o distinta a nivel cardiovascular.

5.6.2 FACTORES DE RIESGO MODIFICABLES

Los factores de riesgo modificables se entienden como aquellos que se pueden cambiar al adoptar diferentes hábitos o estilos de vida, actuando de forma preventiva, con el objetivo de minimizar la probabilidad de desarrollar una enfermedad cardiovascular (39). Entre los factores de riesgo modificables se encuentran (40):

- **Hipertensión arterial:** Es una condición crónica de etiología multifactorial, que se caracteriza por la elevación de la presión arterial de forma continua o sostenida por encima de los valores de referencia. La hipertensión arterial puede acelerar el desarrollo de aterosclerosis favoreciendo la aparición de cardiopatía isquémica. Además la hipertensión arterial genera una mayor resistencia para el

corazón llevando a que se genere una hipertrofia ventricular izquierda que puede desencadenar una insuficiencia cardiaca (41).

- **Dislipidemia:** Se caracteriza por la presencia de altos niveles de lípidos como el colesterol y los triglicéridos los cuales son transportados por lipoproteínas en la sangre. La dislipidemia contribuye a la aparición de aterosclerosis llevando a la formación de placas en el interior de los vasos sanguíneos con la consecuente disminución u obstrucción total del flujo sanguíneo; dando lugar a infarto agudo de miocardio, angina de pecho, accidente cerebrovascular y arteriopatía periférica (42).
- **Tabaquismo:** El tabaquismo es la intoxicación que se produce por la adicción a diferentes sustancias del tabaco, especialmente a la nicotina. La incidencia de la enfermedad coronaria es tres veces mayor en personas fumadoras. El tabaco puede producir enfermedad coronaria por dos razones: 1. La nicotina desencadena la liberación de catecolaminas como la adrenalina y noradrenalina las cuales producen daño en el endotelio arterial, produce alteraciones en la coagulación, puede incrementar los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y reducir los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), 2. La producción de monóxido de carbono disminuye el aporte de oxígeno al miocardio y aumenta la agregabilidad plaquetaria (43).
- **Diabetes mellitus:** Es una enfermedad que se caracteriza por la presencia de concentraciones elevadas de glucosa en sangre, porque el páncreas no produce la insulina suficiente o porque hay una progresiva resistencia de las células a la acción de la insulina

producida. La acumulación de glucosa en sangre lleva a un daño en los vasos sanguíneos y acelera el proceso de aterosclerosis (40).

- **Sobrepeso u obesidad:** Es una enfermedad metabólica que se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa, y su localización tiene un efecto directo sobre el riesgo de enfermedad cardiovascular, por ejemplo la acumulación de grasa a nivel abdominal afecta en mayor medida al corazón. La obesidad se acompaña de un riesgo cardiovascular por la coexistencia de otros factores de riesgo como hipertensión arterial, dislipidemias, arterioesclerosis, diabetes, insulinoresistencia, los cuales están ligados a un exceso de tejido adiposo o graso específicamente en la región abdominal (44).
- **Sedentarismo:** Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el sedentarismo es “el estado en el cual los movimientos son reducidos al mínimo y el gasto energético es próximo al reposo”. El sedentarismo es un importante factor de riesgo cardiovascular, el cual está involucrado en el desarrollo de síndrome metabólico, obesidad, diabetes, hipertensión arterial; aumentando el riesgo de enfermedad cardiovascular y mortalidad (45).

5.6.3 FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR INDEPENDIENTES

Los factores de riesgos independientes son aquellos que tienen una asociación más fuerte o directa con la enfermedad cardiovascular, entre los cuales se encuentran: diabetes, tabaquismo, hipertensión arterial, aumento del colesterol total y LDL, disminución del colesterol HDL (39).

6. METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó una revisión exploratoria generando un proceso de mapeo de la literatura existente y disponible sobre la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación para la deambulaci3n, permitiendo identificar conceptos claves, teorías y fuentes de evidencia, generando un mayor conocimiento acerca del tema y resolviendo inc3gnitas en el 3rea de inter3s. Se siguieron las recomendaciones y criterios determinados por los elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y la guía de metanálisis (PRISMA).

6.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se llevó a cabo una búsqueda de artículos hasta el 30 de Junio del 2019 en cinco bases de datos electr3nicas: PubMed, EMBASE, Cochrane, Elsevier y Sciencedirect, se utiliz3 una combinaci3n de los siguientes t3rminos DECS y MeSH en ingl3s y portugu3s con el operador "AND": mobility limitation, limita33o da mobilidade, Wheelchairs, Cadeiras de Rodas, Spinal Cord Injuries, Traumatismos da M3dula Espinal, cardiorespiratory fitness, aptid3o cardiorrespiratoria, exercise test y teste de esfor3o, Oxygen consumption, Consumo de Oxig3nio.

Algunas de las combinaciones de t3rminos de búsqueda se hace referencia a la base de datos PubMed: "Spinal Cord Injuries"[Mesh] AND "Exercise Test"[Mesh], "Wheelchairs"[Mesh] AND "Oxygen Consumption"[Mesh],

"Mobility Limitation"[Mesh] AND "Exercise Test"[Mesh],
("Wheelchairs"[Mesh]) AND "Exercise Test"[Mesh].

6.3. CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

- Artículos con antigüedad igual o menor a 10 años
- Estudios con pacientes entre 18 y 80 años
- Personas con limitación de la deambulaci3n
- Estudios donde se realice medici3n de la capacidad aer3bica
- Idioma espa3ol, ingl3s y portugu3s
- Tipos de estudio: Revisiones sistemáticas, meta-análisis, estudios observacionales y experimentales

6.4. IDENTIFICACI3N Y SELECCI3N DE ESTUDIOS

Para decidir si un artículo era incluido o excluido de esta investigaci3n debía existir una decisi3n unánime de tres investigadores los cuales debían revisar el título y el resumen de cada artículo, si no existía dicha unanimidad se debía revisar de manera completa el artículo, si a pesar de ello persistía divisi3n en la decisi3n el artículo debía ser revisado por un cuarto investigador quien decidía si el artículo era incluido o excluido de la revisi3n.

6.5. FORMATO DE RECOLECCI3N DE INFORMACI3N

Se diseñó un formulario de recopilaci3n de datos para resumir la informaci3n sobre la referencia bibliográfica, que incluye: Autor, a3o y lugar

de publicación, diseño del estudio, características de los participantes en el estudio, pruebas utilizadas para la medición de la capacidad aeróbica, resultados y conclusiones. Se creó una base de datos en Microsoft Excel 2016 para recopilar todas las variables contenidas en el formulario de recopilación de datos con la información de cada artículo.

6.6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS:

Se realizó una evaluación de la calidad de los estudios por 3 investigadores, utilizando las herramientas disponibles en la red CASPe para la evaluación de revisiones sistemáticas y estudios de caso, Herramienta Axis para estudios transversales

6.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo a la resolución 8430 de 1.993, este estudio se clasificó como investigación sin riesgo, porque se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectiva, sin realizar alguna intervención o modificación intencional. Se realizó una búsqueda de artículos relacionados con la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación para la deambulacion, se realizó clasificación los de artículos y posteriormente se describieron los test utilizados para dicha evaluación.

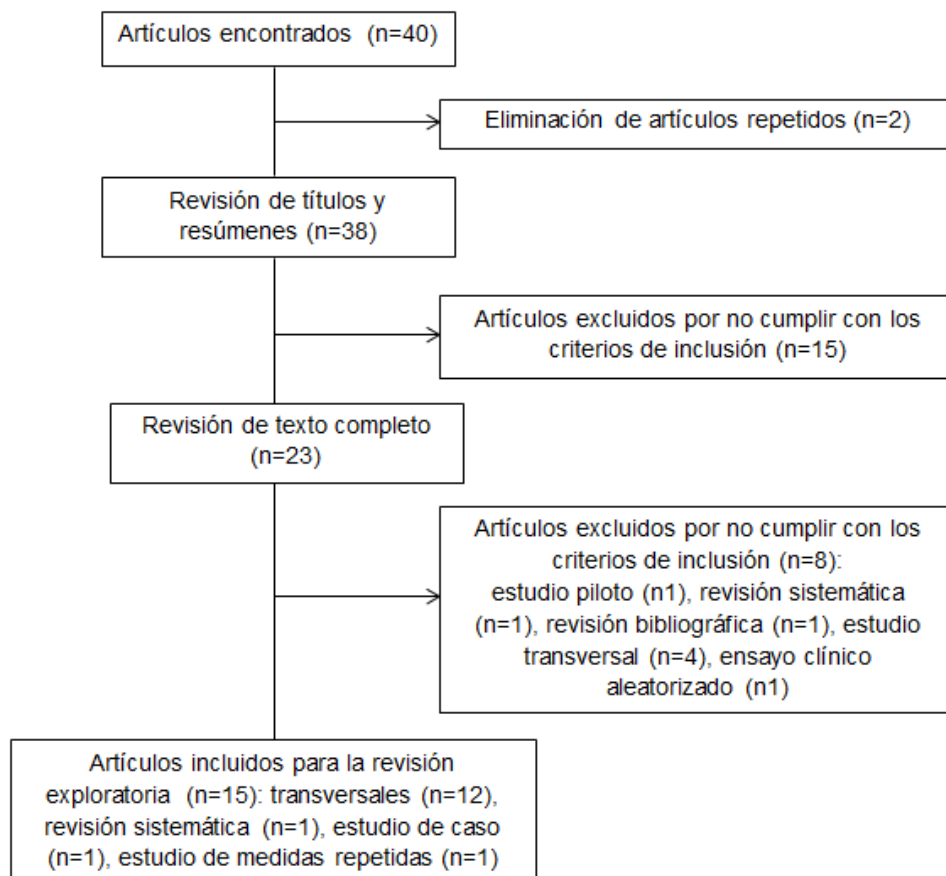
Este estudio no requirió del aval del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle por ser una revisión exploratoria.

7. RESULTADOS

7.1 SELECCIÓN DE FUENTES:

Se realizó una búsqueda de literatura en 5 bases de datos PubMed, EMBASE, Cochrane, Elsevier y Sciencedirect encontrando 40 artículos, de los cuales se excluyeron 2 estudios porque se encontraban repetidos, 15 artículos se excluyeron posteriormente a ser revisados los títulos y resúmenes por 3 investigadores, quedando 23 artículos los cuales fueron revisados en su texto completo por 4 investigadores, después de dicha revisión se excluyeron 8, quedando 15 artículos para la revisión exploratoria (Fig. 1)

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección de los artículo



7.2. CALIDAD DE LOS ESTUDIOS

Los artículos seleccionados fueron evaluados con dos instrumentos para lectura crítica: la escala AXIS para estudios transversales y la herramienta CASPE para evaluar las revisiones sistemáticas, ensayo clínico aleatorizado y estudio de caso, esto con el objetivo de identificar la calidad de cada uno de los estudios. Para esta revisión exploratoria se obtuvieron estudios con bajo riesgo de sesgo. (Tabla 1)

Tabla 1. Evaluación de la calidad de los estudio

Estudios transversales (Herramienta Axis)																				
Autor/año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chelsea P, et al. 2013																				

Maya B, et al. 2014																			
Rachel C, et al. . 2012																			
Jan W, et al. 2015																			
Cindy G, et al. 2017																			
Lucinar J. et al. 2010																			
Bruna D, et al. / 2018																			

Coutinho A, et al. 2014																			
Ayako S, et al. 2012																			
Tom T, et al. 2016																			
Harran Q et al. 2011																			
Totosy Z, et al. 2016																			
1. Objetivos claros 2. Diseño apropiado de acuerdo a los objetivos. 3. Se justificó tamaño muestra. 4. Se definió claramente población objetivo. 5. El tamaño de muestra representa la población objetivo. 6. Selección de sujetos representativos. 7. Se tomaron medidas para abordar y clasificar a los no respondedores. 8. Variables de factores de riesgo y resultados se midieron según los objetivos. 9. ¿Se midieron correctamente el factor de riesgo y las variables de resultado utilizando instrumentos / mediciones que se habían realizado o publicado anteriormente? 10. Valores de significancia estadística																			

y/o estimaciones de precisión. 11. Descripción metodológica. 12. Se describieron los datos básicos. 13. es probable que la tasa de respuesta conduzca a un sesgo de no respuesta 14. De ser apropiado, ¿se describió información sobre los no respondedores? 15. Resultados consistentes. 16. ¿Se presentaron los resultados para todos los análisis descritos en los métodos? 17. Discusión y conclusiones fueron justificadas por los resultados. 18. Se discutieron limitaciones del estudio. 19. Conflicto de intereses que afectaron interpretación. 20. Aprobación ética o consentimiento informado

De los 15 estudios seleccionados para realizar la revisión exploratoria 13 son estudios transversales, de acuerdo a la evaluación de la calidad metodológica con la herramienta Axis tiene bajo riesgo de sesgo. En los estudios los ítems que tuvieron un alto riesgo de sesgo fue en el tamaño de la muestra, si esta representaba la población objetivo y en la selección de los sujetos si era representativa. En un estudio no se describió los datos básicos y en 3 de ellos no se discutieron las limitaciones del estudio

Revisión sistemática (Herramienta: Caspe)										
Autor/año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sophia E, et al. 2017										
1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido? 2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado? 3. ¿Estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes? 4. ¿Los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos? 5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso? 6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión? 7. Busca los intervalos de confianza de los estimadores. 8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio? 9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión? 10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costos?										

Esta revisión exploratoria contó con una revisión sistemática con buena calidad metodológica de acuerdo a la evaluación con la herramienta Caspe, el único ítem en el estudio que presentó un alto riesgo de sesgo fue la búsqueda de los intervalos de confianza de los estimadores.

Estudios de caso (Herramienta: Caspe)											
Autor/año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nelson C, et al. 2012											
1. ¿El estudio se centra en un tema claramente definido? 2. ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta? 3. ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable? 4. ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable? 5. ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos? 6. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis? 7. ¿Cuáles son los resultados de este estudio? 8. ¿Cuál es la precisión de los resultados? 9. ¿Te crees los resultados? 10. ¿Se pueden aplicar los resultados a tu medio? 11. ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?											

Igualmente se contó con un estudio de caso con buena calidad metodológica de acuerdo a la evaluación con la herramienta Caspe, sin embargo presentó alto riesgo de sesgo en el ítem de la aplicabilidad de los resultados a nuestro medio

Bajo riesgo de sesgo	Riesgo poco claro	Alto riesgo de sesgo
----------------------	-------------------	----------------------

7.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Los 15 estudios seleccionados para esta revisión exploratoria oscilaron entre el año 2010 al año 2018, con un total de 3.059 participantes, fueron realizados y publicados en países de diferentes continentes y se identificaron diversos test máximos y submáximos para evaluar la capacidad

aeróbica en personas con limitación para la deambulaci3n. La informaci3n m3s relevante de los art3culos seleccionados para esta revisi3n exploratoria se encuentra en la tabla 2

Tabla 2. Síntesis de artículos seleccionados para la revisión exploratoria

Título	Autores, fecha y lugar de publicación	Tipo de estudio	Objetivo principal	Características de la población	Pruebas o test evaluados	Variables medidas	Resultado	Conclusiones
Aerobic Capacity, Orthostatic Tolerance, and Exercise Perceptions at Discharge From Inpatient Spinal Cord Injury Rehabilitation	Chelsea P, et al. 2013, Canadá (46)	Estudio transversal	Evaluar la capacidad aeróbica, la función autonómica y la percepción del ejercicio en adultos con lesión medular subaguda	41 participantes hospitalizados con lesión medular, dependientes de sillas de ruedas, entre 18 y 65 años. Clasificados en 3 grupos: tetraplejia, paraplejia alta y paraplejia	Prueba de ejercicio máximo incremental: Ergómetro de brazo: calentamiento por un minuto, incremento de la resistencia cada minuto en 5w para personas con tetraplejia y 10w para personas con paraplejia alta y baja. Utilización de carro metabólico durante la prueba. Prueba de abdominales 15	Prueba de ejercicio: VO2 pico, frecuencia cardiaca máxima, ventilación pico por minuto, EKG, esfuerzo percibido. Prueba de abdominales: Presión sanguínea	No se presentaron eventos adversos. Los participantes lograron el máximo esfuerzo (relación intercambio respiratorio pico > 1,0). Prueba de abdominales no hubo diferencias significativas en la presión arterial sistólica pero si en la presión arterial diastólica, fue significativamente mayor en los grupos de paraplejia alta y baja en comparación al grupo de tetraplejia. En el cuestionario de auto-eficacia del ejercicio no se presentaron diferencias estadísticamente significativas	Se hace necesario realizar evaluación de la capacidad aeróbica antes de realizar una intervención que incluye actividad física teniendo cuidado con la tolerancia ortostática y proporcionar asesoramiento a los pacientes sobre cómo adaptar los ejercicios de acuerdo a sus capacidades

				baja	<p>minutos de descanso en posición supina y de manera pasiva pasar a posición sedente elevando la cabecera de la cama a 90° y bajando la parte inferior de la cama debajo de la rodilla a 90°, mantener la posición 15 minutos. Seguimiento de la presión sanguínea y del EKG. Se realizó el cuestionario de auto-eficacia del ejercicio</p>			
Maximal and submaximal aerobic tests	Sophia E, et al. 2017, Países	Revisión sistemática	Resumir las pruebas de ejercicio	95 artículos para un total de 2.725	Pruebas de ejercicio aeróbico máximo y submáximo	Pautas de terminación, pautas para	89 pruebas de ejercicio máximo incremental, 14 pruebas de ejercicio máximo intermitente, 2 pruebas de	Las pruebas de ejercicio identificadas fueron variables, que se

for wheelchair-dependent persons with Spinal cord injury: a systematic review to summarize and identify useful applications for clinical rehabilitation	Bajos (6)		aeróbico máximo y submáximo disponibles para personas dependientes de sillas de ruedas con lesión de la médula espinal e identificar aplicaciones útiles para la rehabilitación clínica.	participantes con lesión completa e incompleta de médula espinal, tetraplejia, paraplejia con estado físico bajo y alto	disponibles para personas dependientes de sillas de ruedas con lesión medular	determinar el rendimiento máximo, eventos adversos, resultados de medición: consumo de oxígeno, potencia de salida, relación de intercambio respiratorio y frecuencia cardíaca.	ejercicio máximo de carga constante y 28 pruebas de ejercicio submáximo. En las pruebas máximas se utilizó principalmente ergómetro de manivela, seguido de ergómetro para silla de ruedas y en menor medida ergómetro de brazo en supino, ergómetro de ejercicio de doble acción y ergómetro de doble polo. Para las pruebas de ejercicio submáximo se utilizó principalmente ergometría de la silla de ruedas seguido de ergometría de la biela de brazo, ciclo manual, y en menor medida ergometría de la biela de brazo en posición supina. En 42 pruebas máximas y 6 submáximas se realizó calentamiento de 1 a 5 minutos con una resistencia baja o	pueden adaptar a las características particulares de las personas y de los servicios donde se desee realizar la evaluación de la capacidad aeróbica. La ergometría de la biela del brazo y la de silla de ruedas fueron los modos de ejercicio más utilizados entre los estudios incluidos
---	-----------	--	--	---	---	---	---	--

							<p>igual a cero, y una velocidad entre 50 y 60 rpm. Las pruebas de ejercicios máximo se realizó hasta que la persona llegara al agotamiento, pero se encontraron 3 tipos de protocolos.</p> <p>1. ejercicio máximo de carga incremental: la resistencia de 3 a 15 w por 1 o 3 minutos para el ergómetro de silla de ruedas, para ergometría de manivela de brazo o ciclismo manual el incremento vario entre 2w a 20w por 1 o 3 minutos con velocidades entre 50 a 60 rpm.</p> <p>2. prueba de ejercicio máximo intermitente: se realiza el incremento por etapas el cual está entre 2w y 10w con una velocidad entre 50 y 70 rpm. El periodo de ejercicio varía entre 2 a 4 minutos y el de descanso</p>	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

							entre 30 segundos a 3 minutos. Pruebas de ejercicio máximo de carga constante: se debe mantener una velocidad entre 4.5 y 5.5 km/h hasta llegar al agotamiento. Pruebas de ejercicio submáximo: se aumenta la carga entre 5w y 30w o la pendiente. Eventos adversos en ejercicio máximo: bradicardia e hipotensión después de la prueba. Eventos adversos en ejercicios submáximo: incapacidad e mantener los 3 minutos de propulsión, espasmo muscular leve durante el ciclismo.	
Relationship Between Pulmonary Function and	Maya B, et al. 2014, USA (47)	Estudio transversal	Evaluar si el nivel de lesión medular se	20 participantes con lesión de médula	Cuestionarios: historial de salud general y de salud respiratoria por la American Thoracic	Medidas de función pulmonar, capacidad	La prueba de función pulmonar reveló un patrón restrictivo de ventilación el cual estaba más marcado en personas con lesiones	La ergometría de brazo es el modo de prueba más comúnmente utilizado para las

Exercise Capacity in Individuals with Spinal Cord Injury			relaciona directamente con un menor consumo máximo de oxígeno, o si una función pulmonar inferior compromete la respuesta ventilatoria en el ejercicio	espinal de C5 a T11, algunos con antecedentes de tabaquismos y exposición ocupacional a sustancia química o polvo, pero ninguno presentaba síntomas de enfermedad respiratoria	Sociedad División de enfermedades pulmonares. Función pulmonar: espirometría. Protocolo manivela de brazo y pruebas metabólicas: ergometría de la biela del brazo para determinar VO2max. Los participantes no podían realizar ejercicio en las últimas 24 horas, se realizaron 2 pruebas y el consumo máximo de oxígeno se determinó a partir de la	vital, capacidad vital forzada, ventilación voluntaria máxima y volumen espiratorio forzado en 1 minuto. VO2max, consumo de O2 y producción de CO2, ventilación por minuto y relación de intercambio	torácicas altas y cervicales. En la evaluación de la capacidad aeróbica, entre más bajo el nivel de la lesión medular más alto el VO2 max. El nivel de lesión tendió a correlacionarse negativamente con todas las variables de la función pulmonar, pero se correlacionó más negativamente con la ventilación voluntaria máxima, y se relacionó inversamente con el VO2 max.	pruebas cardiorrespiratorias en personas con lesión medular y se ha demostrado que provoca valores de VO2máx. similares a otros modos de ejercicio disponibles para personas con silla de ruedas
--	--	--	--	--	--	--	---	--

					<p>espirometría de circuito abierto asistida por computadora en línea. Se iniciaba con una velocidad de 50 rpm y una potencia entre 10W y 20W la cual se incrementaba cada 1 y 2 minutos elevando la resistencia o la velocidad. Para garantizar el consumo máximo de oxígeno, se debían cumplir al menos dos de los siguientes criterios debían cumplirse: 1. una meseta en el consumo de O2 a</p>	<p>respiratorio, ECG y esfuerzo percibido</p>		
--	--	--	--	--	---	---	--	--

					<p>pesar del aumento de la carga de trabajo. 2. una relación de intercambio respiratorio superior a 1,10 al final del ejercicio. 3. una frecuencia cardíaca máxima en exceso del 85% del máximo pronosticado por la edad (220 latidos por minuto). 4. un índice de esfuerzo percibido de 17 o más en la escala de Borg.</p>			
The 6-min Push Test Is Reliable and	Rachel C, et al. 2012, USA (48)	Estudio transversal	Evaluar las propiedades	40 personas con lesión medular por	Los participantes realizaron la prueba desde su silla de	VO2 pico, Frecuencia cardíaca, ECG	La prueba de empuje de los 6 minutos demuestra una confiabilidad aceptable con un intervalo de	La prueba de empuje de los 6 minutos debe considerarse como una

Predicts Low Fitness in Spinal Cord Injury			psicométricas de la prueba de empuje de los 6 minutos y determinar si tiene una utilidad potencial como predictor de aptitud aeróbica. Determinar la confiabilidad de la distancia y	evento traumático, evento isquémico y mielitis	ruedas personal, se realizó en un pasillo de 30 metros, marcado por 2 conos espaciados a 15 metros de distancia, con 2.8 metros a cada extremo para permitir el giro, la distancia recorrida en la última vuelta se tomando desde el eje trasero de la silla de ruedas. Se tuvieron en cuenta las pautas de la ATS para el TCM6. Se utilizó un guión estandarizado previo a la prueba donde se instruía a los	12 derivaciones, percepción del esfuerzo, medidas de función pulmonar a través de espirometria	confianza del 95%, durante la prueba se evidencio un VO2 pico y se puede identificar el nivel de estado físico.	prueba máxima en personas con lesiones por encima de T10. Es una herramienta útil tanto en el área clínica como investigativa, la distancia que se puede autopropulsar en 6 minutos demuestra confiabilidad.
--	--	--	--	--	---	--	---	--

			si podría utilizarse para identificar el nivel de condición física en personas con lesión medular, si provoca una respuesta de consumo de oxígeno pico.		participantes a avanzar lo más rápido posible y que podían disminuir o detenerse en cualquier momento durante la prueba. Se realizaban inicialmente una prueba de práctica de 2 minutos a velocidad lenta con una distancia acortada de 15 metros para permitir una mayor práctica en el giro. Se descansaba 20 minutos y se realizaba la prueba de MPT6. La distancia recorrida en LA prueba se			
--	--	--	---	--	--	--	--	--

					calculó multiplicando el número de vueltas completadas por los metros recorridos y se sumó la distancia recorrida en la última vuelta. La distancia recorrida en las curvas no se midió.			
Validity of heart rate indexes to assess wheeling efficiency in patients with spinal cord injuries	Coutinho A, et al. 2014, Brasil (49).	Estudio transversal	Validar los índices de frecuencia cardíaca para la evaluación del gasto energético durante la propulsión	48 hombres con lesión medular entre C6 y L3	Prueba de ejercicio submáximo: Prueba en silla de ruedas	VO2, FC, índice de costos fisiológicos, índice de latidos cardíacos totales y el índice de costos	Alta correlación entre el VO2 y el Índice de coste cardíaco de propulsión	Los índices asociados principalmente con el nivel de lesión fueron Índice de coste cardíaco de propulsión y el Índice de latidos cardíacos totales

			en silla de ruedas en personas con lesión de la médula espinal			cardíacos de propulsión.		
Validity of Submaximal Exercise Testing in Adults With Athetospastic Cerebral Palsy	Ayako S, et al. 2012, Japón (50)	Estudio transversal	Examinar la validez de la prueba de cicloergóm etro sub- máxima de etapas múltiples para adultos con parálisis	16 Adultos con parálisis cerebral atetoespáctic a, 10 mujeres y 6 hombres	Prueba en cicloergómetro máxima y submáxima multi-etapa	VO2 pico, VO2max predicho y FC	No hubo una diferencia significativa entre los valores pico de VO2 y los valores de VO2max predichos	La prueba en cicloergometro submáximo de múltiples etapas puede proporcionar una estimación válida de VO 2 máx. En adultos con parálisis cerebral atetoespástica.

			cerebral atetospásti ca.					
Arm Crank and Wheelchair Ergometry Produce Similar Peak Oxygen Uptake but Different Work Economy Values in Individuals with Spinal Cord Injury	Tom T, et al. 2016, Noruega (51)	Estudio transversal	Estudiar si los valores de consumo máximo de oxígeno y economía de trabajo en una carga de trabajo estandariza da son diferentes cuando se analizan	12 hombres parapléjicos con lesión de la médula espinal en condición neurológica estable	Prueba de ejercicio submáximo: Ergometría de manivela de brazo y ergometría de silla de ruedas	Parámetros de ventilación y las mediciones de intercambio de gases pulmonares, concentración de lactato en sangre, FC y esfuerzo percibido	No hubo diferencias significativas en el VO2pico entre los ensayos con Ergometría de manivela de brazo y ergometría de silla de ruedas	Los hallazgos en el presente estudio apoyan el uso de Ergometría de manivela de brazo y ergometría de silla de ruedas para evaluar el consumo máximo de oxígeno

			con ergometría de manivela y ergometría de silla de ruedas.					
Prediction of Peak Oxygen Consumption From the Ratings of Perceived Exertion During a Graded Exercise Test and Ramp Exercise Test	Harran Q, et al. 2011, Reino Unido (52)	Estudio transversal	Evaluar la precisión de la predicción del consumo máximo de oxígeno, a partir de una prueba de ejercicio gradual y	13 hombres en buen estado físico y 12 hombres con paraplejia, en cuanto a las personas con paraplejia, 6 de ellas tenían parálisis de	Prueba de ejercicios máxima en cicloergómetro de brazo: Prueba de ejercicio gradual y una prueba de ejercicio de rampa	Variables fisiológicas: FC, VO2, Volumen espirado por unidad de tiempo, relación de intercambio respiratorio. Variables Físicas:	Existe una relación lineal muy fuerte entre la calificación del esfuerzo percibido y VO2 durante el test de ejercicio gradual y la prueba de rampa para personas sanas y personas con paraplejia	El test de ejercicio gradual proporcionó predicciones aceptables de VO2pico para personas con paraplejia, y la prueba de rampa proporcionó predicciones aceptables de VO2pico para personas sanas.

in Able-Bodied Participants and Paraplegic Persons			una prueba de ejercicio de rampa durante el ejercicio con el brazo en personas con capacidad parapléjica utilizando índices de esfuerzo percibido	las extremidades inferiores por secuelas de poliomielitis, mientras que las otras 6 tenían LME con niveles neurológicos en T6 e inferiores		Potencia de salida y Tiempo		
Predicting peak oxygen uptake from submaximal	Totosy Z, et al. 2016, Canadá (53)	Estudio transversal	Determinar la validez de la prueba del	52 Individuos con lesión medular crónica a	Primer test: prueba de VO2pico con ergometría de brazo. Segundo test: 6MAT	Mediciones de línea de base: FC, la presión arterial, VO2,	Los datos de consumo de oxígeno de ambas pruebas se utilizaron para crear una ecuación predictiva con análisis de regresión. Los resultados	Esta es la primera ecuación de predicción submáxima basada en laboratorio para

exercise after spinal cord injury			brazo de 6 minutos para predecir el VO2pico en individuos con lesión crónica de la médula espinal	nivel de C1-L2	(prueba de brazo de los 6 minutos)	la producción de dióxido de carbono (VCO2), ventilación (VE), relación de intercambio respiratorio (RER)	sugieren que la prueba de ergometría del brazo de 6 minutos se puede usar para predecir el VO2 pico entre individuos con lesión de medula espinal crónica	VO2peak para uso en individuos con LME, y utiliza una modalidad de ejercicio común disponible en la mayoría de los entornos de rehabilitación.
Exercise testing protocol using a roller system for manual wheelchair users with spinal cord injury	Kerri M, et al. 2018, USA. (54)	Estudio de medidas repetidas	Determinar la validez y confiabilidad de un protocolo de prueba de ejercicio para evaluar las	10 adultos con lesión de médula espinal que requieren el uso de una silla de ruedas manual para	Prueba de ejercicios máxima en cicloergómetro de brazo y un sistema de sillas de ruedas basado en rodillos	VO2pico, relación de intercambio respiratorio, ventilación pulmonar, gasto de energía, FC, kilocalorías	Correlaciones de moderadas a fuertes para el VO2, FC, esfuerzo percibido, kilocalorías acumuladas y la tasa de gasto de energía entre el sistema de rodillos y la prueba en cicloergometro de brazo	El protocolo RS es confiable y válido para usuarios de sillas de ruedas manuales con lesión de medula espinal.

			medidas cardiorrespi ratorias en usuarios de sillas de ruedas manuales con lesión de la médula espinal utilizando un sistema de sillas de ruedas basado en rodillos	≥ 75% de la vida diaria.		acumuladas y esfuerzo percibido		
Avaliação ergoespiromét	Nelson C. et al.	Estudio de caso	Evaluar la capacidad	1 Atleta masculino de	Prueba de ejercicios máxima:	VO2, FC, Lactato	Biomecánica: Movimiento eficiente que permiten realizar la prueba con	El esquiador fue capaz de responder al

rica em atleta paraolímpico de esqui alpino:estudo de caso	2012, Brasil (55)		aeróbica máxima de este atleta de la EA, verificada en una prueba de laboratorio, así como señalar la relación con este deporte, tradicional mente reconocido como anaeróbico.	38 años de edad con poco control de los músculos del tronco y ningún control de las extremidades inferiores.	ergoespirometría en cinta de correr	sanguíneo, Presión arterial.	diferentes cargas de acuerdo con el protocolo presentado y mantener la frecuencia de propulsión. Fisiológica: Se evidencia una relación eficiente entre trabajo mecánico y bruto con VO2 de 2501 mL / min y alcanza el nivel más alto de lactato después del final de la prueba.	procedimiento de diferentes cargas durante la prueba. En la prueba aplicada, el atleta tiene que aprender a manejar su resistencia, fuerza y habilidades de coordinación
	Jan W, et	estudio	Describir	29	Se realizaron 3	Fuerza de	Durante la prueba realizada los	Las personas

Wheelchair - specific fitness of inactive people with long-term spinal cord injury	al. 2015 Amsterdam (56)	transversal	los niveles de capacidad de trabajo anaeróbico específico de la silla de ruedas, la fuerza isométrica y la capacidad de trabajo aeróbico pico de un grupo de personas físicamente inactivas	participantes con lesión medular completa, con una media de 17 años de tiempo transcurrido después de la lesión. Físicamente inactivos y que utilizaran silla de ruedas manuales	pruebas: prueba de sprint sobre tierra de 15 m para evaluar la capacidad de trabajo anaeróbica específica de la silla de ruedas, prueba de empuje isométrico para evaluar la resistencia isométrica y una prueba de ejercicio pico gradual en una cinta de correr para evaluar la capacidad de trabajo aeróbico pico, la cual se realizó en una cinta rodante de ejercicio incremental, la	empuje isométrico, potencia máxima de salida, consumo máximo de oxígeno, relación de intercambio respiratorio, escala de percepción de esfuerzo	participantes alcanzaron el rendimiento aeróbico máximo, tuvieron una relación de intercambio respiratorio > 1.00.	físicamente inactivas con lesión medular a largo plazo presentan una capacidad de trabajo anaeróbica específica para sillas de ruedas, fuerza isométrica y capacidad de trabajo aeróbica máxima relativamente baja, haciendo necesario intervenciones específicas para mejorar la aptitud específica de la silla de ruedas.
---	----------------------------	-------------	---	--	--	--	---	--

			con lesión medular a largo plazo utilizando los resultados de las pruebas que son factibles de usar en centros de rehabilitación		inclinación de la cinta de correr aumentó cada minuto en aproximadamente 0.3° hasta que el participante ya no pudo mantener la velocidad de la cinta de correr			
Quantifying cardiorespiratory responses resulting from speed and	Cindy G, et al. 2017, Canadá (57)	Estudio transversal	Cuantificar las respuestas cardiorespiratoria	14 participantes hombres, que utilizaban silla de	La prueba se realizó en cinta rodante. Se realizaban 12 periodos de propulsión de 2 minutos donde se	Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, consumo de	Se encontraron interacciones significativas de velocidad y pendiente en las variables de FC, FR, relación respiratoria y volumen corriente	El aumento de la velocidad y la pendiente mientras se impulsa una silla de ruedas manual en una cinta de correr

slope increments during motorized treadmill propulsion among manual wheelchair users			s resultantes de los incrementos de velocidad y pendiente durante la propulsión de silla de ruedas manual en una cinta motorizada y calcular una ecuación predictiva basada en	ruedas manual como principal fuente de movilidad	producían cambios en la velocidad y la inclinación. Entre periodos de propulsión se realizaba una pausa pasiva de 2 minutos	oxígeno, volumen corriente, relación respiratoria		aumenta el VO2 y otras respuestas cardiorrespiratorias junto con la tasa de esfuerzo percibido. El VO2 puede predecirse en cierta medida por las velocidades y las pendientes durante la propulsión en silla de ruedas manual.
--	--	--	--	--	---	---	--	--

			la velocidad y la pendiente para estimar el consumo máximo de oxígeno					
Avaliação e classificação da capacidade física aeróbia de atletas de basquetebol em cadeira de rodas	Bruna D, et al. 2018 Brasil (58)	Estudio transversal	Evaluar y clasificar la capacidad física aeróbica de los atletas de baloncesto en silla de ruedas.	16 atletas 8 mujeres y 8 hombres, en silla de ruedas por amputación, secuelas de poliomielitis, malformacion es congénitas y cambios	Prueba de la silla de ruedas de 12 minutos, en una cancha multideportiva interior, dura, no resbaladiza, de acuerdo con los procedimientos descritos por Pereira et al (2016). Se delimitó un rectángulo de 25 x 15 metros, con	Medidas antropométrica s, presión arterial, frecuencia cardiaca, SpO2, percepción subjetiva de esfuerzo y disnea BORG	La prueba de la silla de ruedas de 12 minutos es un test submáximo que permite de una manera sencilla determinar la capacidad aeróbica de las personas en silla de ruedas en este caso en atletas dentro de su lugar de entrenamiento	la gran mayoría de los atletas evaluados por este estudio presentaron un nivel de capacidad física aeróbica superior al esperado, con valores de VO2max similares a los descritos en la literatura científica internacional. Esto sugiere que la práctica

				<p>ortopédicos de mmii; que entrenaban regularmente y a nivel competitivo durante al menos 12 meses en el mismo equipo</p>	<p>12 conos, en cada extremo y también cada 2 metros de sus respectivos vértices, formando un rectángulo con un perímetro de 75.32 m con marcas en el piso cada metro. La prueba iniciaba y finalizaba con una señal audible y cada minuto se les informaba cuanto tiempo llevaba del test. el VO2max alcanzado se calculó a partir de la ecuación propuesta por Franklin et al. VO2max (ml / kg / min)</p>			<p>regular de baloncesto en silla de ruedas produce importantes adaptaciones sistémicas a la salud del sistema cardiorrespiratorio de las personas con discapacidades físicas</p>
--	--	--	--	--	---	--	--	---

					= distancia (millas) - 0.37 / 0, 0337.			
Avaliação da potência aeróbia de praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas através de um teste de quadra	Lucinar J, et al. 2013 Brasil (59)	Estudio transversal	Estimar la potencia aeróbica en atletas con lesión medular practicando Rugby en silla de ruedas, correlacionar los niveles de VO2max con la clasificación funcional	10 participantes hombres entre 21 y 41 años de edad, con lesión medular completa e incompleta que llevaran como mínimo 1 año de jugar Rugby	La prueba se realizó en sillas de ruedas deportivas, cancha dura no resbaladiza, ocho conos y dos temporizadores. de acuerdo con el protocolo propuesto por Franklin et al. (1990), se delimita un rectángulo de 25 x 15 metros Se colocaron conos en cada una de las extremidades y también cada 2 metros de sus respectivos vértices, para obtener	Medidas antropométricas, frecuencia cardiaca,	Se probó la relación entre la potencia aeróbica y la clasificación funcional. Entre mayor sea el consumo máximo de oxígeno, mayor es la clasificación funcional y menor es la lesión de la medula espinal	El protocolo utilizado proporciona un marco de referencia para determinar la capacidad aeróbica. Se observó una correlación moderada cuando se compararon los valores de clasificación funcional con los niveles de VO2máx, lo que sugiere que cuanto mayor es el nivel de clasificación funcional, menor es el deterioro motor y los valores de aptitud

			de los atletas y analizar el comportamiento de la FC antes y después de la prueba.		un perímetro de 75,32 metros. Los sujetos deben ir lo más rápido posible durante 12 minutos.			cardiorrespiratoria más altos.
--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------

El tamaño de la muestra de los estudios osciló entre 1 y 2.725 participantes, con un total de 3.059, todos los estudios describieron de manera específica el protocolo utilizado.

Dentro de los test máximos se encontró pruebas de ejercicio máximo incremental en cicloergómetro de brazo, se identificaron diversos protocolos, en uno de ellos se realizó calentamiento durante 3 minutos con una potencia de 0 W, el cual se incrementaba a 15W cada dos minutos y en otro protocolo el incremento se realizaba cada minuto (52), en otro estudio se utilizó un protocolo que consistía en un calentamiento por 1 minuto sin resistencia, la cual aumentaba cada minuto 5W en participantes con tetraplejia y un aumento de 10W para personas con paraplejia alta y baja (46), también se aplicó un protocolo que iniciaba con un calentamiento de 3 minutos con una potencia de 6W y una velocidad de 60 revoluciones por minuto, se inició la prueba con una potencia de 10W y se realizó un incremento cada minuto de 7W (54), otro protocolo realizó un calentamiento más prolongado de 6 minutos, se iniciaba la prueba y se mantenía por 4 minutos con una potencia de 30 W y se realizaba un incremento cada minutos iniciando en 5 W hasta 15W (51), otro protocolo no realizó calentamiento e inició la prueba con una velocidad de 50 revoluciones por minuto con una potencia de 10w y 20w, realizando un incremento de la resistencia o la velocidad cada 1 y 2 minutos (47).

También se encontraron pruebas de ejercicio incremental con silla de ruedas en cinta de correr, identificándose 3 protocolos, uno de ellos fue de cargas múltiples (20W cada 3 minutos), con una velocidad constante de 2m/s (55), en otro protocolo la inclinación de la cinta de correr aumento cada minuto la inclinación 0.3 grados (56), el tercer protocolo identificado iniciaba con un periodo de calentamiento de 2 minutos con una pendiente de 0.8 grados y una velocidad de 0.8 m/s, se realizaron 12 periodos de propulsión en la cinta de correr por 2 minutos seguido por un período de descanso pasivo de 2 minutos, realizando un incremento en la pendiente de 0.8, 2.78, 3.68 y 4.88, se manejaron 3 velocidades 0.6, 0.8 y 1 m/s (57).

En menor medida se encontraron ejercicios máximos de carga constante donde se debía mantener una velocidad entre 4.4 y 5.5 Km/h y carga intermitente en donde se realizaban 2 etapas una de ejercicio y una de descanso, la etapa de ejercicio duraba entre 2 a 4 minutos con una velocidad entre 50 y 70 rpm y una resistencia entre 2 y 10 W, la etapa de descanso variaba entre 3 segundos a 3 minutos. Estos dos protocolos se realizaron principalmente con cicloergómetro de brazo y silla de ruedas y en menor frecuencia se utilizó ergómetro de manivela de brazo en supino (6).

Los ejercicios máximos independiente del protocolo y el ergómetro que se utilizaron debían suspenderse si el participante manifestaba el deseo de finalizar la prueba, si este no era capaz de mantener la velocidad establecida, si presentaba dolor torácico anginoso progresivo, descenso de la presión arterial a pesar de incrementar la carga de trabajo, presencia de arritmias, mareo, síncope y cianosis.

Todas las pruebas de ejercicio máximo debían contar con un carro metabólico que medían los gases pulmonares y las variables de medida que se utilizaron en estas pruebas fueron la frecuencia cardiaca, frecuencia cardiaca máxima, frecuencia respiratoria, presión arterial, ECG de 12 derivaciones, VO₂ pico, VO₂ max, producción de CO₂, relación de intercambio respiratorio, volumen corriente, capacidad vital, capacidad vital forzada, ventilación minuto, volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), lactato sanguíneo y escala de percepción del esfuerzo (escala de Borg).

Las pruebas de ejercicio establecieron diferentes criterios que debían cumplirse con el objetivo de determinar la prueba realizada como máxima entre los cuales está la formación de una meseta en el VO₂ a pesar del aumento de la carga de trabajo, una relación de intercambio respiratorio mayor a 1.10 al final del ejercicio, una frecuencia cardiaca máxima mayor al 85% y un índice de esfuerzo percibido igual o mayor a 17 según la escala de Borg.

Solo en un estudio se registró bradicardia e hipotensión como evento adverso durante la prueba de ejercicio máximo (6).

En las pruebas de ejercicio submáximo se encontraron diferentes test como la prueba de empuje de los 6 minutos (6 MPT) (48), la cual debía realizarse en un pasillo de 30 metros marcado con 2 conos uno al inicio y otro al final del pasillo, cada extremo del cono debía tener una marca de 2.8 metros en la parte posterior para permitir el giro del participante en la silla de ruedas, se utilizó un guión estandarizado previo a la prueba donde se instruía al participante a avanzar lo más rápido posible y que se podía disminuir la velocidad o detenerse en caso de que fuese necesario teniendo en cuenta que el cronómetro continuaba contabilizando el tiempo, se utilizó también un guión durante la prueba para dar a conocer al participante el tiempo transcurrido del test. Inicialmente se realizó una prueba de práctica de 2 minutos con poca velocidad y con una distancia acortada de 15 metros con el objetivo de que el participante tuviese una mayor práctica en el giro, posteriormente se descansaba 20 minutos y se realizaba la prueba de empuje de los 6 minutos. La distancia total se calculó multiplicando el número de vueltas completas por la distancia recorrida (60) metros sin tener en cuenta los 2.8 metros que se utilizaban para realizar el giro y se sumaba la distancia recorrida en la última vuelta teniendo en cuenta que la medición se tomaba desde el eje trasero de la silla de ruedas. Este test tuvo en cuenta las pautas de la ATS para el test de caminata de los 6 minutos y se implementaron en esta prueba. El test de empuje de los 6 minutos demostró una confiabilidad aceptable con un intervalo de confianza del 95%, durante la prueba se evidenció un VO₂ pico y se pudo identificar el nivel de estado físico de los participantes.

Otro test encontrado fue la prueba de ergometría del brazo de 6 minutos (6 MAT) (53), el cual se realizó en un cicloergómetro de brazo porque se encuentra comúnmente en entornos de rehabilitación, la altura se ajustó para que la articulación del hombro estuviera alineada con el eje de la manivela del ergómetro. Se seleccionó una potencia de salida para cada participante el cual dependía del nivel de la lesión, el sexo, la movilidad de la silla de ruedas (si esta era manual o motorizada) y el nivel de actividad física. La potencia de salida se estableció para obtener una frecuencia cardíaca del 60% al 70% de la frecuencia cardíaca predicha por la edad para los participantes con paraplejia de bajo nivel, y una calificación de 2 a 5 en la escala Borg para participantes con paraplejia de alto nivel o tetraplejia. Los participantes debían mantener como mínimo una velocidad de 60 rpm. El VO2 pico se calculó a través de la ecuación $\text{VO2 pico (ml / kg / min)} = 1.501 * (6 \text{ MAT VO2}) - 0.940$. Es una ecuación basada en el laboratorio, a través de un análisis de regresión.

En los test submáximos también se encontraron pruebas de campo como la prueba de la silla de ruedas de 12 minutos (52, 59) la cual se realizó en una cancha deportiva cuya superficie fuese dura y no resbaladiza, se delimitó un rectángulo de 25 x 15 metros con un perímetro de 75.32 metros, el cual estaba marcado con 12 conos ubicados en cada extremo y cada 2 metros de su respectivo vértice y se realizaba una marca en el suelo cada metro. Los participantes inicialmente debían realizar estiramiento en 3 series de 30 segundos por grupo muscular (flexores y extensores de codo y muñeca, músculos pectorales, abductores de hombros y rotadores laterales, extensores y flexores del tronco), se realizaba un calentamiento previo dando 2 vueltas en el campo con un esfuerzo de 4 a 5 en la escala de Borg, posteriormente debían descansar 2 minutos y se instruía a los participantes que debían ir lo más rápido posible durante 12 minutos en el circuito delimitado, la prueba iniciaba y finalizaba con una señal audible y se administraba un estímulo verbal estandarizado cada minuto (Un minuto de prueba, lo está haciendo bien, continúe). El VO₂ pico alcanzado se calculó a partir de la ecuación propuesta por Franklin et al. $VO_{2max} (ml / kg / min) = distancia (millas) - 0.37 / 0,0337$.

Las variables de medida utilizadas en los test submáximos fueron frecuencia cardiaca, frecuencia cardiaca máxima, frecuencia respiratoria, presión arterial, SpO₂, ECG de 12 derivaciones, VO₂ pico, percepción subjetiva del esfuerzo y la disnea Borg, medidas antropométricas.

Solo un estudio registró la incapacidad de mantener la propulsión de la silla de ruedas o el cicloergómetro de brazo por el tiempo estipulado y espasmos musculares al utilizar el cicloergómetro de brazo como eventos adversos durante el test submáximo.

De manera general los test máximos más utilizados fueron los realizados en cicloergómetro de brazo y con silla de ruedas en cinta de correr, con protocolos de carga incremental; mientras que en los test submáximos los test más utilizados y recomendados fueron la prueba de ergometría del brazo de los 6 minutos que ha mostrado tener buena validez y se realiza con un cicloergómetro de uso común en lugares de rehabilitación y la prueba de empuje de los 6 minutos que tiene una confiabilidad aceptable.

7.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS TEST PARA EVALUAR LA CAPACIDAD AERÓBICA EN PERSONAS CON LIMITACIÓN PARA LA DEAMBULACIÓN

7.4.1 TEST MÁXIMOS

PRUEBA	ESTUDIOS	PROTOCOLO	CONFIABILIDAD
Ergoespirometría en cinta de correr o prueba de ejercicio pico gradual en una cinta de correr	<p>Utilizado en tres estudios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nelson C, et al. 2012, Brasil. Estudio de caso. (55) - Jan W, et al. 2015 Amsterdam. Estudio transversal. (56) 	<p>El participante en silla de ruedas realizo el test en cinta de correr, se encontraron dos protocolos:</p> <p>Protocolo N°1 (55):</p> <ul style="list-style-type: none"> - La prueba de esfuerzo fue continuo, progresivo y de cargas múltiples (20W cada 3 minutos). - Velocidad constante (2m/s). - La prueba finalizaba cuando el participante llegara al agotamiento. <p>Protocolo N°2 (56):</p>	<p>Se presentó una correlación fuerte con VO₂ (P<0.001), Frecuencia cardiaca (P<0.001), Frecuencia respiratoria (P<0.001), Ventilación minuto (P<0.001). Además la tasa de esfuerzo percibido se correlacionó fuertemente con el volumen corriente</p>

	<p>- Cindy G, et al. 2017 Canadá. Estudio transversal. (57)</p>	<p>- La inclinación de la cinta de correr aumentó cada minuto en aproximadamente 0.3 grados</p> <p>- La prueba finalizada cuando el participante no pudo mantener la velocidad de la cinta de correr</p> <p>Protocolo N°3 (57):</p> <p>- Periodo de calentamiento y familiarización de 2 minutos en la cinta de correr con una pendiente de 0,8, una velocidad de 0,8 m/s</p> <p>- Se realizaron 12 periodos de propulsión en la cinta de correr de 2 minutos</p> <p>- Se realizó un incremento en la pendiente (0,8 - 2.78 - 3.68 - 4.88)</p> <p>- Se manejaron 3 velocidades diferentes (0.6, 0.8 y 1 m / s)</p> <p>- Cada periodo de propulsión fue seguido por un período de descanso pasivo de 2 minutos</p>	<p>(P<0.001) y relación respiratoria (P<0.001)</p>
<p>Prueba de ejercicio máximo incremental: Ergómetro de brazo, ergómetro de manivela o</p>	<p>Utilizado en cuatro estudios:</p> <p>- Harran Q, et al. 2011, Reino Unido. Estudio transversal. (52)</p>	<p>Se realizó en cicloergómetro de brazo, se identificaron 6 protocolos:</p> <p>Protocolo N°1 (52):</p> <p>- Calentamiento durante 3 minutos con una potencia de 0W</p> <p>- Se inició la prueba con una potencia de 30W y se incrementó</p>	<p>No se encontraron datos de confiabilidad</p>

<p>ergometría de manivela de brazo</p>	<p>- Chelsea P, et al. 2013, Canadá. Estudio transversal. (46)</p> <p>- Maya B, et al. 2014, USA. Estudio transversal (47)</p> <p>- Tom T, et al. 2016, Noruega. Estudio transversal. (51)</p> <p>- Kerri M, et al. 2018, USA. Estudio de medidas repetidas. (54)</p>	<p>15W cada 2 minutos.</p> <p>Protocolo N°2 (52):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento durante 3 minutos con una potencia de 0W - Se incrementó 1W cada 4 segundos (15W por 1 minuto). - La prueba finalizó cuando el participante no pudo mantener la cadencia de pedal requerida o cuando llegaba el agotamiento. <p>Protocolo N°3 (46):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento por 1 minuto sin resistencia - Aumento de la resistencia cada minuto, 5w para personas con tetraplejia y 10w para personas con paraplejia alta y baja - Continuar con el ciclo de brazo hasta llegar al agotamiento o no mantener una cadencia de 40 revoluciones por minuto <p>Protocolo N°4 (47):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inicio de la prueba con una velocidad de 50 revoluciones por minuto con una potencia de 10w y 	
--	---	---	--

		<p>20w</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incremento cada 1 y 2 minutos elevando la resistencia o la cadencia hasta la finalización de la prueba <p>Protocolo N°5 (51)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periodo de calentamiento por 6 minutos - Prueba durante 4 minutos con una potencia de 30W. - Protocolo de rampa con carga que incrementó cada minuto, iniciando en 5W hasta 15W. <p>Protocolo N°6 (54):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento de 3 minutos con una potencia de 6W y una velocidad de 60 revoluciones por minuto. - Inicio de la prueba con una potencia de 10W. - Incremento cada minuto de 7W. - Mantener una velocidad de 60 revoluciones por minuto hasta llegar al agotamiento. 	
Prueba del sistema de rodillos	<p>Utilizado en un estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerri M, et al. 2018, USA. Estudio de 	<p>Se realizó en dinamómetro de silla de ruedas (un sistema controlado por computadora, basado en rodillos que puede simular varias superficies y pendientes, permite al participante</p>	<p>Las correlaciones entre las pruebas del sistema de rodillos y la prueba de ergómetro de manivela revelaron</p>

	medidas repetidas. (54)	<p>utilizar su propia silla de ruedas mientras propulsa el dispositivo):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periodo de calentamiento por 3 minutos. - Los participantes mantuvieron el 70% de su velocidad máxima. - Incremento gradual de la resistencia en intervalos de 1 minutos hasta llegar al agotamiento 	<p>una buena validez concurrente con correlaciones significativas de moderas a fuertes para VO₂ (P<0.05), frecuencia cardiaca (P<0.01), tasa de gasto de energía (P<0.01), esfuerzo percibido (P<0.01), la ventilación pulmonar máxima (P<0.01)</p>
--	-------------------------	---	---

7.4.2. TEST SUBMÁXIMOS

PRUEBA	ESTUDIOS	PROTOCOLO	CONFIABILIDAD
Prueba de empuje de 6 minutos	<p>Se encontró en un estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rachel C, et al. 2012, USA Estudio transversal. (48) 	<p>Se realizó en silla de ruedas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasillo de 30 metros, marcado con 2 conos con un espacio de 2,8 metros en cada extremo para permitir el giro con la silla de ruedas - Durante 6 minutos se de ir a la mayor velocidad posible. - Al final se debe medir la distancia recorrida sin tener en cuenta el 2.8 metros que se encuentran en el extremo de cada cono 	<p>Fiabilidad de distancia: muestra una fiabilidad aceptable con intervalo de confianza del 95%, superior a 0,90 para toda la muestra y los subconjuntos (tetraplejia y paraplejia). La inspección de la parcela de Bland-Altman</p>

		<p>- Se tiene en cuenta las pautas de la ATS para el test de caminata de los 6 minutos</p>	<p>confirma estos resultados e indica que la variabilidad entre las pruebas no está relacionada con la distancia recorrida.</p> <p>La prueba provoca un VO2 pico: intervalo de confianza del 95% para toda la muestra y el subconjunto de paraplejia excedieron 0.85. Lo cual sugiere que el 6MPT provoca un VO2 pico similar que la evaluación del VO2 pico de brazo tanto en tetraplejia como en paraplejia.</p>
<p>Prueba de ergómetro de ciclo submáximo de etapas múltiples</p>	<p>Utilizado en un estudio:</p> <p>- Ayako S, et al. 2012, Japón. Estudio transversal. (50)</p>	<p>Se realizó en cicloergómetro de brazo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de trabajo incremental de 3 etapas - Inicio con potencia de 10W por 3 minutos - Incremento cada un minuto de 5W hasta llegar a una frecuencia cardiaca de 120 lpm - La frecuencia cardiaca máxima se 	<p>Se deben realizar más estudios para determinar la validez de la prueba</p>

		usó para predecir el VO2max - Frecuencia cardíaca máxima prevista = $205.8 - 0.685$ edad (y)	
Prueba de brazo de los 6 minutos	Utilizado en un estudio: - Totossy Z, et al. 2016, Canadá. Estudio transversal. (53)	Se realizó en cicloergómetro de brazo: - Se seleccionó una potencia de salida individual para cada participante. - La potencia de salida se estableció para tener una frecuencia cardíaca del 60% al 70% de la frecuencia cardíaca predicha para la edad, para participantes con paraplejia de bajo nivel, y una calificación de 2 a 5 en la escala Borg para participantes con paraplejia de alto nivel o tetraplejia. - Mantener una velocidad de 60 revoluciones por minuto durante la prueba (6 minutos). - Ecuación basada en el laboratorio para la predicción del VO2 pico (ml / Kg / min) = $1.501 * (6 \text{ MAT VO2}) - 0.940$.	El grupo de validación cruzada no fue diferente del grupo de validación en ningún resultado del ejercicio, tuvo una buena desviación estándar y una excelente correlación entre el VO2 pico y predicho; estos hallazgos confirman la validez de la ecuación de predicción.
Prueba de la silla de ruedas de 12 minutos	Utilizado en dos estudios:	Se realiza una cancha multideportiva interior, dura, no resbaladiza, se delimita formando un rectángulo con	La ecuación propuesta por Franklin et al tiene un coeficiente de

	<p>- Lucinar J, et al. 2013 Brasil. Estudio transversal. (58)</p> <p>- Bruna D, et al. 2018, Brasil Estudio transversal. (59)</p>	<p>un perímetro de 75.32 m con marcas en el piso cada metro:</p> <p>- Los participantes deben ir lo más rápido posible en la silla de ruedas durante los 12 minutos, en el área previamente demarcada</p> <p>- La prueba inicia y finaliza con una señal audible, cada minuto se administró un estímulo verbal estandarizado, ejemplo: "Dos minutos de prueba, y lo está haciendo bien, continúe"</p> <p>- Se debe medir la distancia recorrida y pasar la medida de metros a millas</p> <p>- el VO2max alcanzado se calculó a partir de la ecuación propuesta por Franklin et al. $VO2max (ml / kg / min) = distancia (millas) - 0.37 / 0,0337$.</p>	<p>confiabilidad de $r = 0.84$ ($p < 0.001$).</p>
--	---	--	--

8. DISCUSIÓN

Esta revisión exploratoria quiso identificar los test utilizados para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación para la deambulaci3n, inicialmente se realiz3 una b3squeda de literatura obteniendo como resultado 40 art3culos que posteriormente fueron evaluados por 4 investigadores para un total de 15 estudios incluidos, la evidencia de los documentos vari3 ampliamente, desde revisiones sistem3ticas hasta estudios de caso con gran variedad en las caracter3sticas de la poblaci3n, el origen de su discapacidad, diversidad en pruebas de ejercicio evaluadas, protocolos de prueba, variables estudiadas y resultados obtenidos; la diversidad en protocolos de evaluaci3n de la capacidad aer3bica dificulta las comparaciones, sin embargo, fue posible identificar los test m3ximos y subm3ximos utilizados para la medici3n de la capacidad aer3bica en pacientes con limitaciones en la deambulaci3n y sintetizar los hallazgos, acerc3ndonos a la identificaci3n de un test validado que pueda desarrollarse con seguridad, eficiencia e idoneidad en la poblaci3n estudio.

Se realiz3 una evaluaci3n de la calidad de los estudios, teniendo en cuenta que se ha considerado importante para la selecci3n de la literatura cient3fica en salud (61). Seg3n Verhagen et al. (62) la evaluaci3n de la calidad metodol3gica de un estudio permite medir de manera adecuada y objetiva lo propuesto, analizar las hip3tesis estad3sticas, la generalizaci3n de los resultados para la poblaci3n de inter3s, analizar la transparencia en la descripci3n de los objetivos y la importancia del tama3o de la muestra para detectar el efecto cl3nico investigado.

En el tema de inter3s propuesto en esta revisi3n exploratoria se encontr3 una revisi3n sistem3tica de Sophia E, et al. en el a3o 2017 (6), el cual ten3a como objetivo de investigaci3n resumir las pruebas de ejercicio aer3bico

máximo y submáximo disponibles para personas dependientes de sillas de ruedas con lesión de la médula espinal e identificar las aplicaciones útiles para la rehabilitación clínica, se revisaron 95 artículos para un total de 2.725 participantes, sin embargo, no realizaron una evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados. Otra revisión sistemática de Ingrid G, et al. del año 2015 (60) cuyo objetivo de investigación era revisar el uso de la prueba de ejercicio cardiopulmonar en personas que han sobrevivido a un accidente cerebrovascular, revisaron 60 artículos para un total 2.104 participantes, sin embargo, tampoco realizaron una evaluación de la calidad de los estudios seleccionados, así mismo, Lucinar J, et al. en una revisión de literatura del año 2012 (63) que tenían por objetivo revisar los métodos y variables del consumo máximo de oxígeno, potencia aeróbica y aspectos relacionados con la capacidad aeróbica en personas con lesión medular, realizaron una búsqueda en diversas bases de datos, obteniendo 15 artículos para la revisión, sin embargo, no hicieron una evaluación metodológica de dichos estudios.

Por otra parte, Haisma et al. en una revisión de literatura del año 2006 (64), pretendía evaluar el nivel de capacidad física: consumo máximo de oxígeno, producción de potencia máxima, fuerza muscular de la extremidad superior y función respiratoria en personas dependientes de sillas de ruedas con una lesión de médula espinal, realizó una evaluación metodológica de los artículos preseleccionados, teniendo en cuenta los objetivos del estudio, se establecieron 10 ítems, los estudios que tuvieran una buena calidad metodológica debían cumplir mínimo con 7 de ellos, los ítems establecidos evaluaron la presencia de criterios de inclusión y exclusión, fuente de la población seleccionada, descripción de los participantes, inclusión de igual o mayor a 10 participantes con una tetraplejia o paraplejia, medida de resultado, detalles sobre el protocolo de medición, método estadístico, medias y desviaciones estándar, número de abandonos y razones para no

completar las pruebas. Posterior a dicha evaluación se obtuvieron 52 estudios de buena calidad metodológica (puntuación igual o mayor a 7), con los cuales se realizó la revisión de literatura.

Teniendo en cuenta la importancia de la evaluación de la calidad de los estudios y que las revisiones sistemáticas y revisiones de literatura encontrados en su gran mayoría no evaluaron la calidad metodológica de los artículos revisados, esta revisión exploratoria realizó una evaluación de la calidad de los 15 estudios incluidos a través de las herramientas disponibles en la red CASPe para la evaluación de revisiones sistemáticas y estudios de caso y la herramienta Axis para estudios transversales evidenciando estudios con un bajo riesgo de sesgo, lo que permite realizar una revisión exploratoria de mayor calidad.

El origen de la discapacidad con la consecuente limitación en la deambulación que tiene mayor evidencia disponible para la evaluación de la capacidad aeróbica es la lesión medular independientemente del nivel de lesión (n= 12), seguida de la parálisis cerebral (n=1) y población mucho más heterogénea con limitación en la deambulación por amputación, secuelas de poliomielitis, malformaciones congénitas y cambios ortopédicos en MMII (n=2), este hallazgo puede abarcar gran parte de la población colombiana que actualmente se encuentra en condición de discapacidad y aunque el origen de los estudios incluidos hace que las características de la población sean medianamente distantes a las de nuestro país, con excepción de estudios realizados en Brasil, se establece a la limitación en la deambulación como el objeto de estudio.

Los estudios incluidos evidenciaron que para el desarrollo de test de ejercicios máximos y submáximos generalmente son utilizados en mayor medida el ergómetro de brazos, seguido de los ergómetros para silla de ruedas en cinta rodante, y test de empuje en sillas de ruedas que no

requieren tapiz rodante para su realización, cada uno con protocolos específicos, así también Sophia E, et al. (6) en su revisión sistemática destaca el cicloergómetro de brazo en supino, en donde además establece el protocolo de carga incremental como el más óptimo para pruebas de ejercicio máximo.

Dentro del compendio de artículos seleccionados se puede evidenciar predilección por los ergómetros ya mencionados con diferentes protocolos que no requieren de equipamiento especializado para el desarrollo de un test submáximo, pero sí de la destreza del evaluador para elegir el ergómetro y el protocolo a utilizar dependiendo de la condición clínica de la persona con limitación en la deambulaci3n (66).

El uso de cicloergómetro de manivela de brazo es frecuente durante la evaluaci3n y la rehabilitaci3n clínic3, en los últimos años se ha identificado un interés por demostrar la fiabilidad y validez de sus resultados; se ha asociado el entrenamiento con cicloergómetro de manivela de brazo con una disminuci3n de los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, mejoría en la movilidad en personas con lesi3n medular, mejor capacidad sobre la silla de ruedas y aumento de la fuerza muscular (67,68, 69); en los últimos 10 años se han realizado estudios que justifican el uso del ergómetro de manivela de brazo para la evaluaci3n de la capacidad aeróbica en personas con y sin limitaci3n en la deambulaci3n, siendo el instrumento que se encuentra al alcance en la mayoría de unidades de rehabilitaci3n cardíaca y pulmonar, ha sido validado con protocolos específicos en diferentes estudios (70-73), ha sido utilizado en la evaluaci3n con test de ejercicio máximos y submáximos, sin embargo, se logró identificar un protocolo que se ajusta a los requerimientos de una unidad de rehabilitaci3n cardíaca y pulmonar en la ciudad de Cali, Colombia, la Prueba de brazo de 6 minutos, sus siglas en inglés 6MAT, hallazgo que se fundamenta en estudios como el de Adrienne T, et al (74), quien muestra

la fiabilidad y validez de esta prueba, así mismo Murray, et al. (76) en su estudio aclara que La medida estándar de oro de la aptitud cardiopulmonar es la medición del VO₂máx estableciendo una correlación moderada entre esto y la prueba de brazo de seis minutos, aceptando el riesgo que conlleva a una medida indirecta submáxima de la aptitud cardiovascular, usando la frecuencia cardíaca en lugar de la medición del análisis de gases puede haber resultado en una sensibilidad reducida, teniendo en cuenta que originalmente la prueba de brazo de 6 minutos originalmente fue diseñada para personas con lesión medular.

Adicionalmente en un estudio transversal en el año 2012 de Rachel C, et al. (48) se identifica el uso de la Prueba de empuje de los 6 minutos, utilizada en un amplio espectro de poblaciones para evaluación de la capacidad aeróbica y / o habilidades funcionales, bajo las pautas e instrucciones de ATS para la aplicación del Test de marcha de los 6 minutos, además se establece también que con su implementación se obtiene un pico de VO₂ similar o mayor que el alcanzado por una evaluación de VO₂ en ergómetro de manivela. La prueba de empuje de los 6 minutos puede desarrollarse de manera rutinaria en escenarios de rehabilitación cardíaca y pulmonar que cuenten con un espacio apropiado, similar al utilizado en el test de caminata de los 6 minutos; además como lo expresa en su estudio Dallmeijer A, et al. (75), la ergometría de silla de ruedas puede arrojar una visión amplia sobre el rendimiento de la persona con discapacidad en la silla de ruedas y la movilidad sobre ella para sus actividades de la vida diaria.

8.1. FORTALEZAS

Los estudios fueron evaluados por 4 investigadores antes de ser incluidos a la revisión exploratoria y fueron sometidos a una evaluación de calidad metodológica, lo cual no se encontró de manera rutinaria en otros estudios.

8.2. LIMITACIONES

La heterogeneidad de las poblaciones, aunque con una gran cantidad de estudios dirigidos a personas con lesión medular (6,46-49,51,53,54,57,59) y el tamaño de la población objeto de estudio en algunos de los artículos seleccionados puede no ser representativa haciendo que generalizar sus resultados sea un objetivo distante en cada estudio, sin embargo, un compendio de los mismos, con una calificación e identificación de sesgo como lo realizado en esta revisión permite globalizar los resultados obtenidos

Las bases de datos seleccionadas arrojaron una literatura limitada que no abarca en su totalidad a la población objeto de estudio, gran porcentaje de los estudios encontrados que posteriormente fueron excluidos de esta revisión, encaminaron su investigación a una población sin discapacidad, lo que muestra una necesidad indiscutible de ampliar la cobertura en investigación sobre una población con limitación para la deambulaci3n no deportista, puesto que esto limita la generalizaci3n de los hallazgos actuales, y que se aproxime a las condiciones de las instituciones prestadoras de salud colombianas en la actualidad

8.3. IMPLICACIONES CLÍNICAS Y DE SALUD PÚBLICA

Esta revisi3n explorativa constituye avance para el desarrollo de un protocolo tanto de un test máximo como submáximo teniendo en cuenta la recomendaci3n para evaluar la capacidad aer3bica en personas con

limitación para la deambulaci3n a trav3s del test de empuje de los 6 minutos y la prueba de brazo de los 6 minutos, los cuales puedan estandarizarse para el uso adecuado en espacios de pr3ctica cl3nica en el 3rea de rehabilitaci3n cardiaca y pulmonar de nuestro medio, as3 como en programas de promoci3n de la salud y prevenci3n de la enfermedad, permitiendo una evaluaci3n y seguimiento objetivo en cada paciente.

9. CONCLUSIONES

- Esta revisión explorativa cumplió con el objetivo principal de identificar los test utilizados para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con limitación en la deambulaci3n, encontrándose una gran variedad en el modo de ejercicio, los erg3metros utilizados en cada prueba, los protocolos y las medidas de resultado
- En la mayoría de estudios informaron que no se presentaron eventos adversos o se presentaron con poca frecuencia.
- Los estudios que utilizaron un test máximo prefirieron en gran medida utilizar protocolos de ejercicio incremental, en algunos protocolos los aumentos dependían directamente del nivel de la lesi3n cuando se trataba de alteraciones en la médula espinal.
- Los test submáximos siguen siendo relevantes para estimar el VO2 pico y más accesibles en comparaci3n a los test máximos, debido a su menor costo y facilidad en la realizaci3n.
- Los test submáximos que se sugieren implementar para la evaluaci3n de la capacidad aeróbica en pacientes con limitaci3n para la deambulaci3n es el test de empuje de los 6 minutos por su confiabilidad y la prueba de brazo de los 6 minutos por su fiabilidad y validez.
- El test de empuje de los 6 minutos y la prueba de brazo de los 6 minutos pueden ser aplicados en espacios de rehabilitaci3n cardiaca

y pulmonar en nuestro contexto, por ser pruebas económicas y de fácil ejecución.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Informe Mundial sobre la discapacidad [Internet]. La situación mundial en materia de discapacidad (cap.2). [Actualizado 2011; Citado 11 nov 2018]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INTOR/informe-mundial-discapacidad-oms.pdf>
2. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Discapacidad y Rehabilitación; Informe mundial sobre la discapacidad. [Citado 11 Nov 2018]. Disponible en: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/
3. Minsalud.gov.co [Internet]. Colombia: Analisis De Situación De Salud (ASIS) Colombia, 2017 [actualizado may 2018; citado 11 nov 2018]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-nacional-2017.pdf>
4. Minsalud.gov.co [Internet]. Colombia: Sala situacional de las Personas con Discapacidad (PCD), 2018 [actualizado feb 2018; citado 11 nov 2018]. Disponible en: <http://ondiscapacidad.minsalud.gov.co/Documentos%20compartidos/sala-situacional-discapacidad-febrero-2018.pdf>
5. Dane, discapacidad por estructuras o funciones corporales según municipio. [Internet]. Colombia: 2010 [Consultado 27 Noviembre 2018]. Disponible en:

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/identificacion%20en%20los%20territorios.pdf>

6. Sophia Eerden, Rienk Dekker, Florentina J. Hettinga. Maximal and submaximal aerobic tests for wheelchair-dependent persons with spinal cord injury: a systematic review to summarize and identify useful applications for clinical rehabilitation. Disability and rehabilitation [Internet]. 2017 [citado 27 Nov 2018]; 17(59): 1-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28637157>
7. Gerald S. Andrew J. Respiratory An Integrated Approach to Disease [Internet]. 1st ed. McGraw-Hill Education. 2011. [citado 27 Nov 2018] Disponible en: <https://accessmedicine.mhmedical.com.bd.univalle.edu.co/content.aspx?sectionid=105764057&bookid=1623&Resultclick=2>
8. Janneke A. Haisma MD. Annet J. Dallmaier PhD. Henk J. Stam MD. Changes in Physical Capacity During and After Inpatient Rehabilitation in Subjects With a Spinal Cord Injury. Arch Phys Med Rehabil. [Internet]. 2006 [citado 7 Nov 2018]; (87):1-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com.bd.univalle.edu.co/science/article/pii/S0003999306002012>
9. Adrienne T, Janice J, William M, Shannon S, Andrei K. Reliability and validity of the 6-minute arm test for the evaluation of cardiovascular fitness in individuals with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. [Internet] 2007 [citado 27 nov 2018]; 88(4): 489–495. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3265543/>

10. Dane, origen de la discapacidad según municipio. [Internet]. Colombia: 2010 [Consultado 27 Noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>
11. Pilutti L, Sandroff B, Klaren R, Learmonth Y, Platta M, Hubbard E, et al. Physical Fitness Assessment Across the Disability Spectrum in Persons With Multiple Sclerosis: A Comparison of Testing Modalities. J Neurol Phys Ther. [Internet] 2015 [citado 28 nov 2018]; 39(4):241-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26247510>
12. Buchholz AC, McGillivray CF, Pencharz PB. Physical activity levels are low in free-living adults with chronic paraplegia. Obes Res. 2003; 11(4):563–570.)
13. Torhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. Arm Crank and Wheelchair Ergometry Produce Similar Peak Oxygen Uptake but Different Work Economy Values in Individuals with Spinal Cord Injury. Biomed Res Int. [Internet] 2016 [citado 28 nov 2018]; vol. 2016, Article ID 5481843, 7 pages. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27144169>
14. Ministerio de Salud y Protección Social [Internet]. Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia; 2013 [citado 28 nov 2018]. Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021: La salud en Colombia la construyes tú; [237 páginas]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decen>

15. American College of Sports Medicine. (2009). Guidelines for exercise testing and prescription. 8a edición. Lippincott Williams & Wilkins.
16. Vivian H. Heyward. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. Vol 1. 5 ed. España: Panamericana; 2008
17. Gerald S. Andrew J. Respiratory An Integrated Approach to Disease [Internet]. 1st ed. McGraw-Hill Education. 2011. [citado 29 Nov 2018] Disponible en: <https://accessmedicine.mhmedical.com.bd.univalle.edu.co/content.aspx?sectionid=105764057&bookid=1623&Resultclick=2>
18. Daniel C, Patricia D, José O, Catalina S. Prueba de caminata de carga progresiva (Incremental Shuttle Walking Test) en niños sanos. Rev. chil. enferm. respir. [Internet]. 2018 [citado Dic 1 2018]; 34 (3): 160-164. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071773482018000300160&lng=es.
19. Pedro M, Luis B, José N. Pruebas de esfuerzo en medicina del deporte Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). Arch Med Deporte [Internet]. 2016 [citado 1 Feb 2019]; 33(1):5-83. Disponible en: http://www.femede.es/documentos/Consenso_PE.pdf
20. Grupo SEPAR. Pruebas de ejercicio cardiopulmonar. Bronconeumología. 2001; 37(7) : 247-268
21. César Augusto Niño Hernández. Evaluación de la aptitud cardiorespiratoria. mov.cient. 2010 [citado 1 Feb 2019]; 4 (1): 1-5.

Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4781927.pdf>

22. James G, Garth F, Pat V. Tests y pruebas físicas. Vol 1. 4th ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.

23. José L, Almudena F. Fisiología del ejercicio. Vol 1. 3th ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008

24. F. Ortega Ruiz, P. Cejudo Ramos, E. Márquez Martín. La prueba de ejercicio cardiopulmonar en Neumología. [citado 2 Feb 2019]. Disponible en: <https://www.neumosur.net/files/EB04-07%20prueba%20ejercicio.pdf>

25. Martín I, César S. Prueba de caminata de carga progresiva (shuttle test) en enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave. Medicina (B. Aires) [Internet]. 2010 [citado 4 feb 2019]; 70(4): 305-310. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802010000400001&lng=es.

26. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002;166(1):111-117

27. Laura Gochicoa-Rangel, Uri Mora-Romero, Selene Guerrero-Zúñiga, Mónica Silva-Cerón, Silvia Cid-Juárez. Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. NCT. [Internet]. 2015 [citado 4 Feb 2018]; 74(2): 1-10. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2015/nt152h.pdf>

28. Manual de medición de la caminata de seis minutos [Internet]. Minsalud.gov.co. 2016 [citado 4 feb 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/manual-medicion-caminata-6-mins.pdf>
29. Grupo SEPAR. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar II. Módulo 4. Barcelona: Publicaciones Permanyer: 2004
30. Kinga W, Dagmara M, Krystian J, Agnieszka S, Katarzyna N, Waldemar B. Could the two-minute step test be an alternative to the six-minute walk test for patients with systolic heart failure?. Eur J Prev Cardiol. 2016; 23 (12): 1307-1313
31. Richard W, Rebecca H. Two-Minute Step Test of Exercise Capacity: Systematic Review of Procedures, Performance, and Clinimetric Properties. J Geriatr Phys Ther. 2019; 42 (2): 105-112
32. Evans C, White R. Exercise testing for primary care and sports medicine physicians. 1st ed. New York, N.Y.: Springer; 2009.
33. Ellestad M, Selvester R. Stress Testing: Principles and Practice, Fifth Edition. 5th ed. Oxford: Oxford Univ. Press; 2003.
34. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia: Michael Nobel; 2018.
35. Sonja de Groot. Una prueba de rueda de lanzadera incremental para jugadores de tenis en silla de ruedas. [Internet]. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2016. [citado 18 MAR 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26869237>

36. Forner Flores, L. J. Castelli Correia de Campos, L. F. Botelho Gouveia, R. Costa e Silva, A. de Souza Pena, L. G. Irineu Gorla, J. [Internet]. Avaliacao da potencia aerobica de practicantes de Rugby em cadeira de Rodas através de um teste de quadra. [Última actualización Junio 2013; Fecha de consulta Marzo 20 de 2019]. [páginas 10]. Archivo PDF.
37. William Cristancho Gómez. Fisioterapia en la UCI. Vol 1: 1ed. Bogotá, Colombia: Manual Moderno; 2012
38. Organización mundial de la salud [Internet]. [18 de Marzo de 2017; citado 26 Feb 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)#](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)#)
39. José María Lobos Bejarano, Carlos Brotons Cuixart. Factores de riesgo cardiovascular y atención primaria: evaluación e intervención. ELSEVIER [Internet]. 2011 [citado 26 Marzo 2019]; 43(12): 625-684. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-factores-riesgo-cardiovascular-atencion-primaria-S0212656711004689>
40. Enrique Ruiz Mori. Riesgo y prevención cardiovascular. [Internet]. 1 ed. Perú: Enrique Ruiz Mori; 2013. [citado 27 Marzo 2019]. Disponible en: <http://www.sscardio.org/wp-content/uploads/2016/11/RIESGO-CARDIOVASCULAR-V44-copia.pdf>
41. E.U. María Teresa Lira C. Burden of hypertension as a cardiovascular risk factor. ScienceDirect. [Internet]. 2015. [citado 27 Marzo 2019];

26 (2): 156-163. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S071686401500036X>

- 42.V. Pallarés-Carratalá, V. Pascual-Fuster, D. Godoy-Rocatí. Dislipidemia y riesgo vascular. Una revisión basada en nuevas evidencias. ELSEVIER. [Internet]. 2015. [citado 2 Mayo 2019]; 41(8): 405-462. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-dislipidemia-riesgo-vascular-una-revision-S1138359314004468>
- 43.[Lanas Z.Fernando, Dr. MSc. Serón S.Pamela](#). Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. Clínica las Condes. [Internet]. 2012.[citado 2 Mayo 2019]; 23(6):699-705. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864012703711>
- 44.Zugasti Murillo, B. Moreno Esteban. Obesidad como factor de riesgo cardiovascular. ELSEVIER. [Internet]. 2005. [citado 2 Mayo 2019]; 22(1): 1-43. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-hipertension-riesgo-vascular-67-articulo-obesidad-como-factor-riesgo-cardiovascular-S1889183705715245>
- 45.Ana María Leiva, María Adela Martínez, Carlos Cristi-Montero, Carlos Salas, Rodrigo Ramírez-Campillo, Ximena Díaz Martínez. El sedentarismo se asocia a un incremento de factores de riesgo cardiovascular y metabólico independiente de los niveles de actividad física. Rev. Med Chile. [Internet]. 2017

46. Chelsea A, Graham Jones, Amy E, Darren E, Audrey L. Aerobic Capacity, Orthostatic Tolerance, and Exercise Perceptions at Discharge From Inpatient Spinal Cord Injury Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2013 [citado 5 Mayo 2019]; 94 (10): 2013-2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23747647>
47. Battikha M, Porter A, Taylor JA. Relationship between pulmonary function and exercise capacity in individuals with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil*. [Internet]. 2014 [citado 5 Mayo 2019]; 93 (5): 413-421. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24398580>
48. Cowan R, Callahan M, Nash M. The 6-min Push Test Is Reliable and Predicts Low Fitness in Spinal Cord Injury. *Med Sci Sports Exer* [Internet]. 2012 [citado 12 feb 2019]; 44 (10): 1993-2000. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22617394>
49. Coutinho, Neto, Beraldo. Validity of heart rate indexes to assess wheeling efficiency in patients with spinal cord injuries. *Spinal Cord* [Internet]. 2014 [citado 3 Jun 2019]; 52 (9): 677-682. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/sc2014107>
50. Satonaka A, Suzuki N, Kawamura M. Validity of Submaximal Exercise Testing in Adults With Athetospastic Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012 [citado 22 Jun 2019]; 93 (3): 485-489. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22373935>

51. Torhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. Arm Crank and Wheelchair Ergometry Produce Similar Peak Oxygen Uptake but Different Work Economy Values in Individuals with Spinal Cord Injury. *BioMed Research International* [Internet]. 2016 [citado 22 Jun 2019]; (3): 1-7. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/5481843/>
52. Harran Q, Roger G. Prediction of Peak Oxygen Consumption From the Ratings of Perceived Exertion During a Graded Exercise Test and Ramp Exercise Test in Able-Bodied Participants and Paraplegic Persons. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2011 [citado 2 Jul 2019]; 92 (2): 277-283. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999310008440>
53. Julia O, Totosy Z, Jason S, Adrienne T, Janice J, Maureen J. Predicting peak oxygen uptake from submaximal exercise after spinal cord injury. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016 [citado 3 Jul 2019]; 41 (7): 775-781. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4959875/>
54. Kerri A, Kelly L, Susan M, Joseph W. Exercise testing protocol using a roller system for manual wheelchair users with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2019 [citado 10 Jul 2019]; 42(3):288-297. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29517419>
55. Nelson C, Andree N, Andreas D, Thais R. Avaliação ergoespirométrica em atleta paraolímpico de esqui alpino: estudo de caso. *Scientia Medica* [Internet]. 2012 [citado 10 Jul 2019]; 22(2): 102-108. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/8838/c238edc6fd84201a73077bb2e9754f5e490d.pdf>

56. Jan W, Marga T, Sonja de G, Marga T, David G, DirkJan H. Wheelchair -specific fitness of inactive people with long-term spinal cord injury. J Rehabil Med [Internet]. 2015 [citado 15 Jul 2019]; 47: 330–337. Disponível en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6093096/>
57. Cindy G, Murielle G, Ludivine A, Rachel B, Dany H. Quantifying cardiorespiratory responses resulting from speed and slope increments during motorized treadmill propulsion among manual wheelchair users. Ann Phys Rehabil Med [Internet]. 2017 [citado 27 Jul 2019]; 60 (5): 281-288. Disponível en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28410868>
58. Bruna D, Raphael N, Allan O, Paulo S, Marlene A, Valéria M. Avaliação e classificação da capacidade física aeróbia de atletas de basquetebol em cadeira de rodas. Ciências do Esporte [Internet]. 2018 [citado 29 Jul 2019]; 40 (2): 163-169. Disponível en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0101328917300781>
59. Lucinar J, Luis C, Rafael B, Anselmo A, Luís S, José I. Avaliação da potência aeróbia de praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas através de um teste de quadra. Educação Física [Internet]. 2013 [citado 29 Jul 2019]; 19 (2): 368-377. Disponível en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742013000200014

60. Van de Port I, Kwakkel G, Wittink H. Systematic review of cardiopulmonary exercise testing post stroke: are we adhering to practice recommendations?. J Rehabil Med [Internet]. 2015 [citado 1 jun 2019]; 47: 881–900. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26551052>
61. Franciele C, Beatriz A, Rodrigo R, Paulo B, Rudney S. Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. Rev. cuba. inf. cienc. salud [Internet]. 2013 [citado 18 ago 2019]; 24(3):295-312. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v24n3/rci07313.pdf>
62. Verhagen A, de Vet H, de Bie R, Boers M, van den Brandt P. The art of quality assessment of RCTs included in systematic reviews. J Clin Epidemiol [Internet]. 2001 [citado 18 ago 2019]; 54(7):651-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11438404>
63. Lucinar J, Melissa A, Anselmo A, José I. Respostas cardiovasculares e avaliação da potência aeróbia em pessoas com lesão da medula espinal. Rev Bras Ativ Fis Saúde [Internet]. 2013 [citado 18 ago 2019]; 19(2):145-155. Disponible en: <http://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/2618/pdf61>
64. Haisma J, van der Woude L, Stam H, Bergen M, Sluis T, Bussmann J. Physical capacity in wheelchair-dependent persons with a spinal cord injury: a critical review of the literature. Spinal Cord [Internet]. 2006 [citado 19 ago 2019]; 44(11):642-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16534502>
65. Soon K, Joong A, Seung L, Joonnyong L, Dongheon L, Jeeyoung H, et al. Estimating Maximal Oxygen Uptake From Daily Activity Data

Measured by a Watch-Type Fitness Tracker: Cross-Sectional Study. JMIR Mhealth Uhealth [Internet]. 2019 [citado 1 jul 2019]; 7(6):e13327. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31199336>

66. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. Phys Ther [Internet]. 2000 [citado 1 jul 2019]; (8):782–807. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10911416>

67. James J, Gary J, Jody L, James W, David R. Arm crank ergometry improves cardiovascular disease risk factors and community mobility independent of body composition in high motor complete spinal cord injury. J Spinal Cord Med [Internet]. 2019 [citado 1 jul 2019]; 42(3):272-280. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29334345>

68. Valent L, Dallmeijer A, Houdijk H, Slootman HJ, Janssen TW, Van Der Woude LH. Effects of hand cycle training on wheelchair capacity during clinical rehabilitation in persons with a spinal cord injury. Disabil Rehabil [Internet]. 2010 [citado 6 jul 2019]; 32(26):2191-200. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20726737>

69. Hicks A, Martin K, Pelletier C, Ditor D, Foulon B, Wolfe D. The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: a systematic review. Spinal Cord [Internet]. 2011 [citado 17 ago 2019]; 49(11):1103-27. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21647163>

70. Bulthuis Y, Drossaers W, Oosterveld F, van der Palen J, van de Laar M. Arm crank ergometer is reliable and valid for measuring aerobic capacity during submaximal exercise. J Strength Cond Res [Internet]. 2010 [citado 10 jul 2019]; 24(10):2809-15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20885199>
71. Alexandros M, Anil G, Helen C, Markos K. Validation of an Arm Crank Ergometer Test for Use in Sedentary Adult. J Sports Sci Med [Internet]. 2017 [citado 22 jul 2019]; 16 (4): 558-564. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5721187/pdf/jssm-16-558.pdf>
72. Schrieke I, Barnes M, Hodges L. Comparison study of treadmill versus arm ergometry. Clin Physiol Funct Imaging [Internet]. 2011 [citado 10 jul 2019]; 31(4):326-31. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21672142>
73. Orr J, Williamson P, Anderson W, Ross R, McCafferty S, Fettes P. Cardiopulmonary exercise testing: arm crank vs cycle ergometry. Anaesthesia [Internet]. 2013 [citado 17 jul 2019]; 68 (5): 497-501. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23573845>
74. Adrienne T, Janice J, William C, Shannon S, Andrei V. Reliability and validity of the 6-minute arm test for the evaluation of cardiovascular fitness in individuals with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2007 [citado 19 jul 2019]; 88(4): 489–495. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3265543/>
75. Dallmeijer A, Zentgraaff I, Zijp N, van der Woude L. Submaximal physical strain and peak performance in handcycling versus handrim

wheelchair propulsion. Spinal Cord [Internet]. 2004 [citado 6 jul 2019]; 42(2):91-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14765141>

76. Murray D, Meldrum D, Moloney R, Campion A, Horgan F, Hardiman O. The effects of a home-based arm ergometry exercise programme on physical fitness, fatigue and activity in polio survivors: protocol for a randomised controlled trial. BMC Neurol [Internet]. 2012 [citado 10 sep 2019]; 12:157. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23234560>